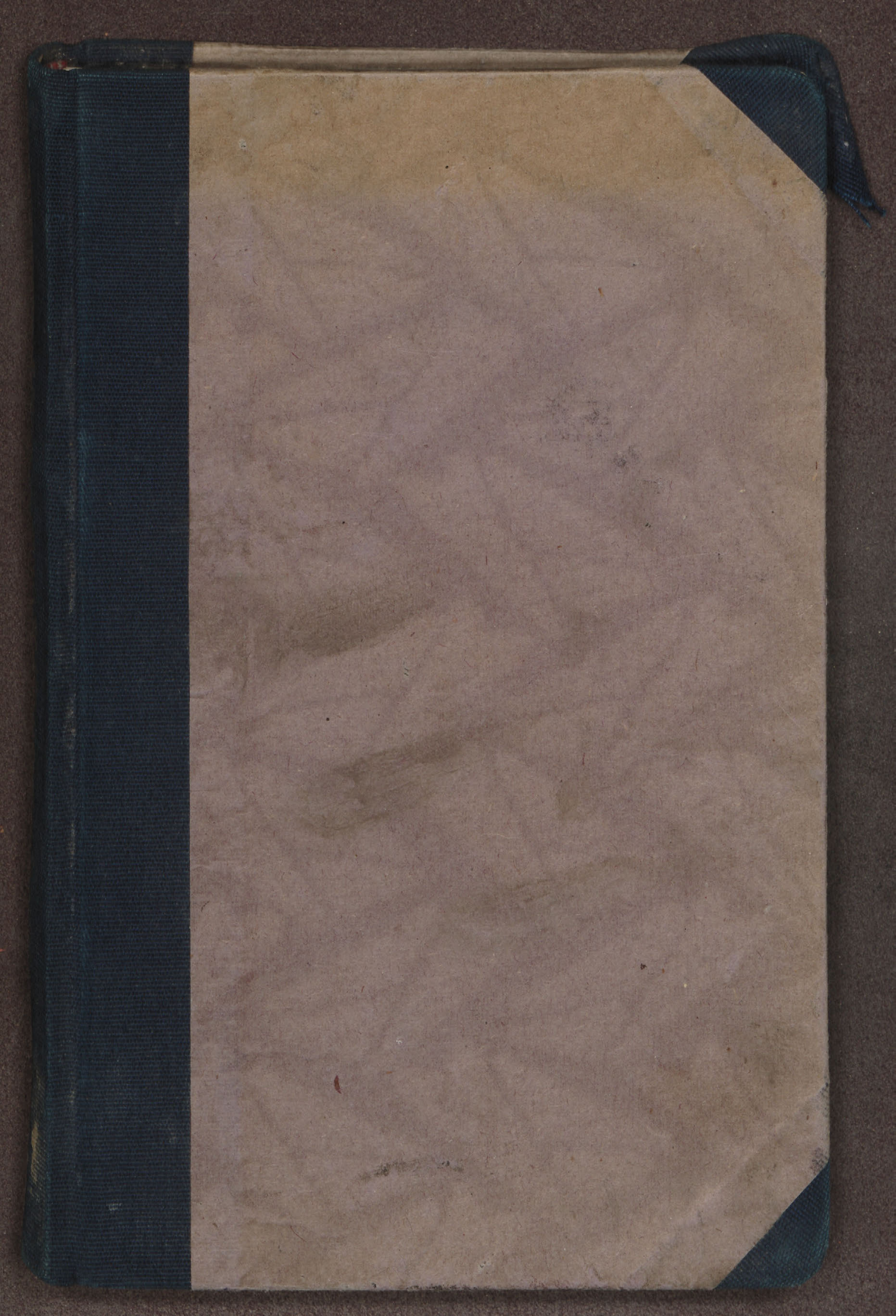
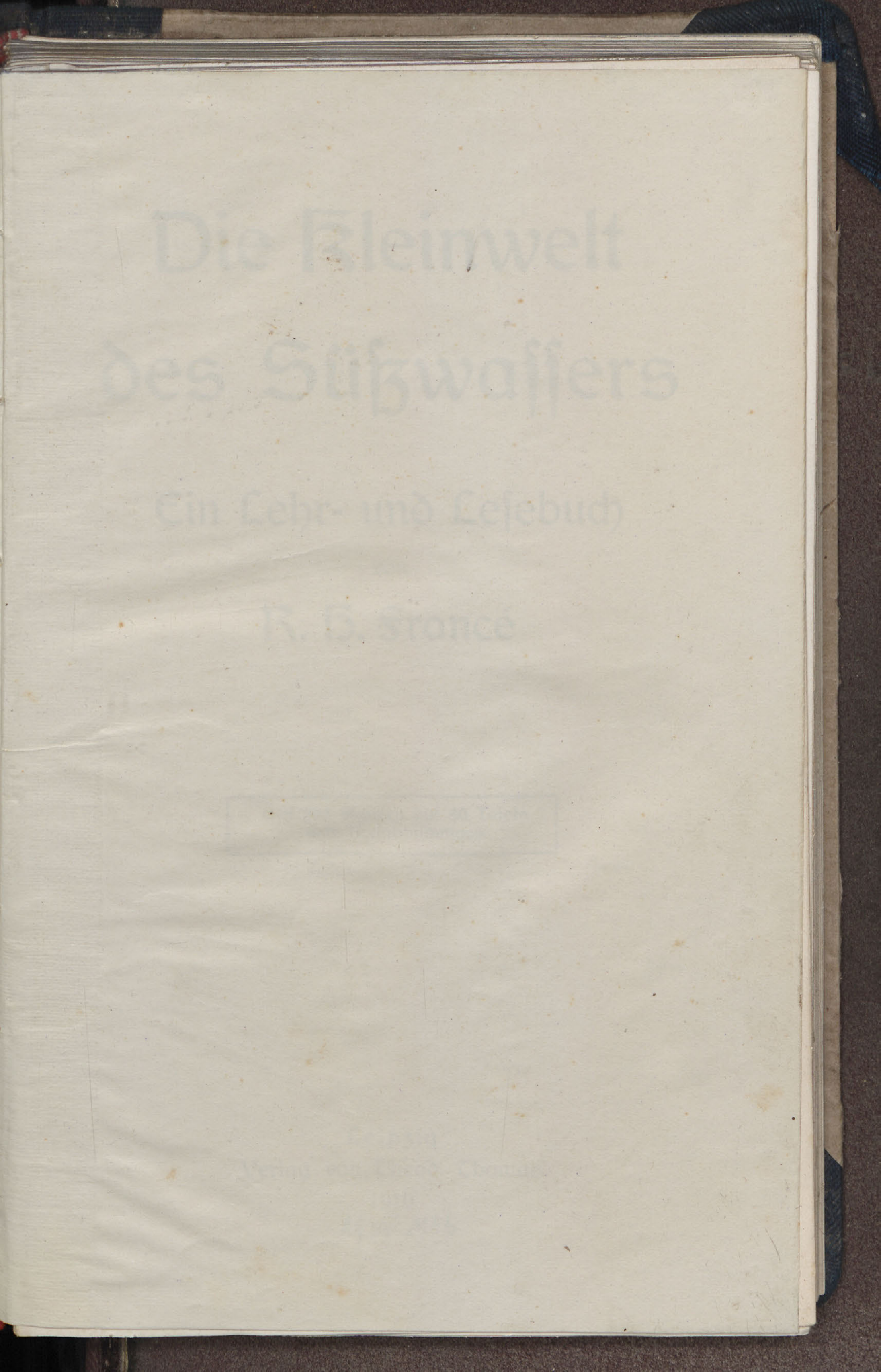
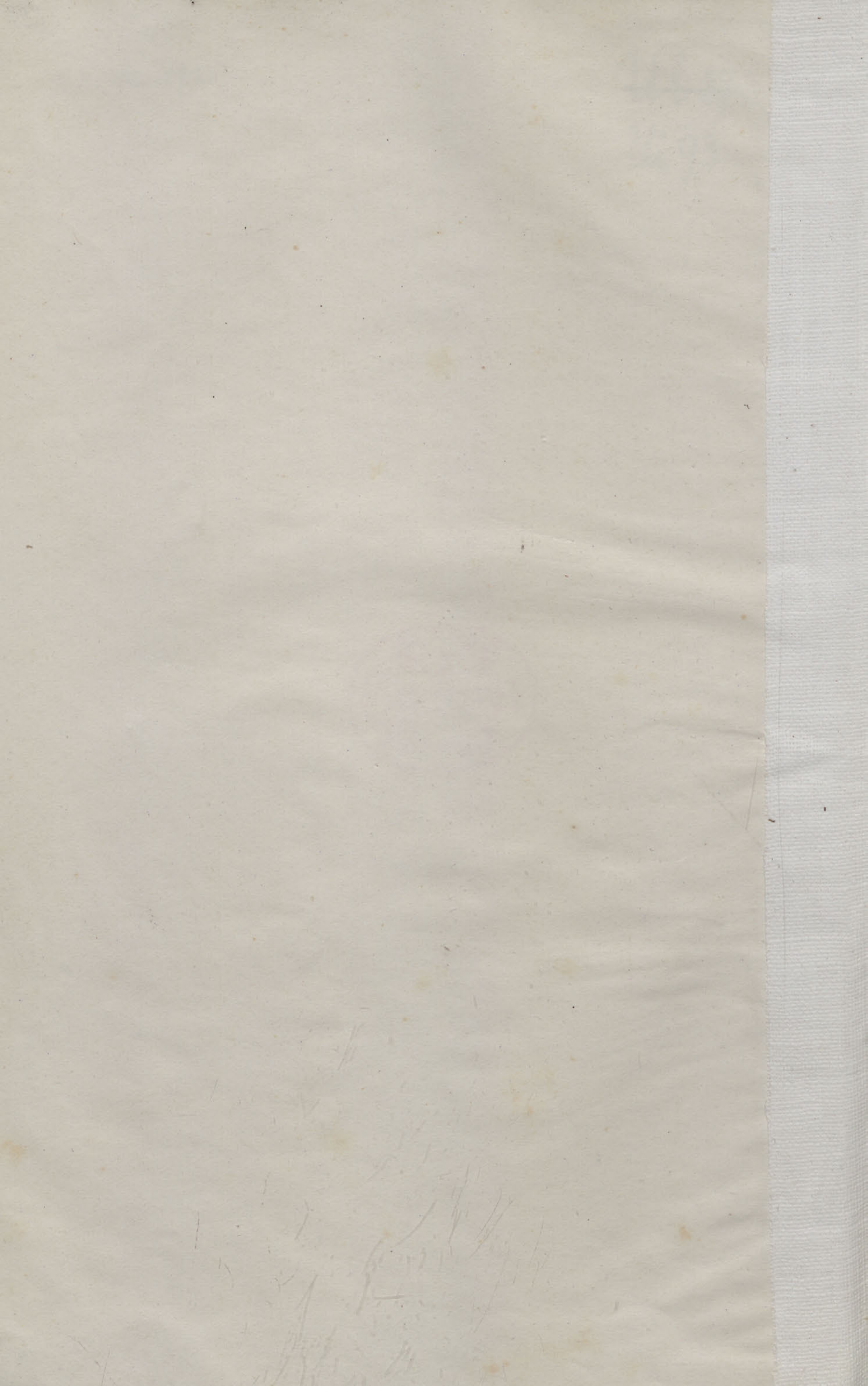



Stadt
Bücherei
Elbing





Die Kleinwelt des Süßwassers

Ein Lehr- und Lesebuch

von

R. H. Francé

Mit 322 Figuren auf 50 Tafeln
und Textabbildungen

Leipzig
Verlag von Theod. Thomas
1910





Druck von Hallberg & Büchting, Leipzig.

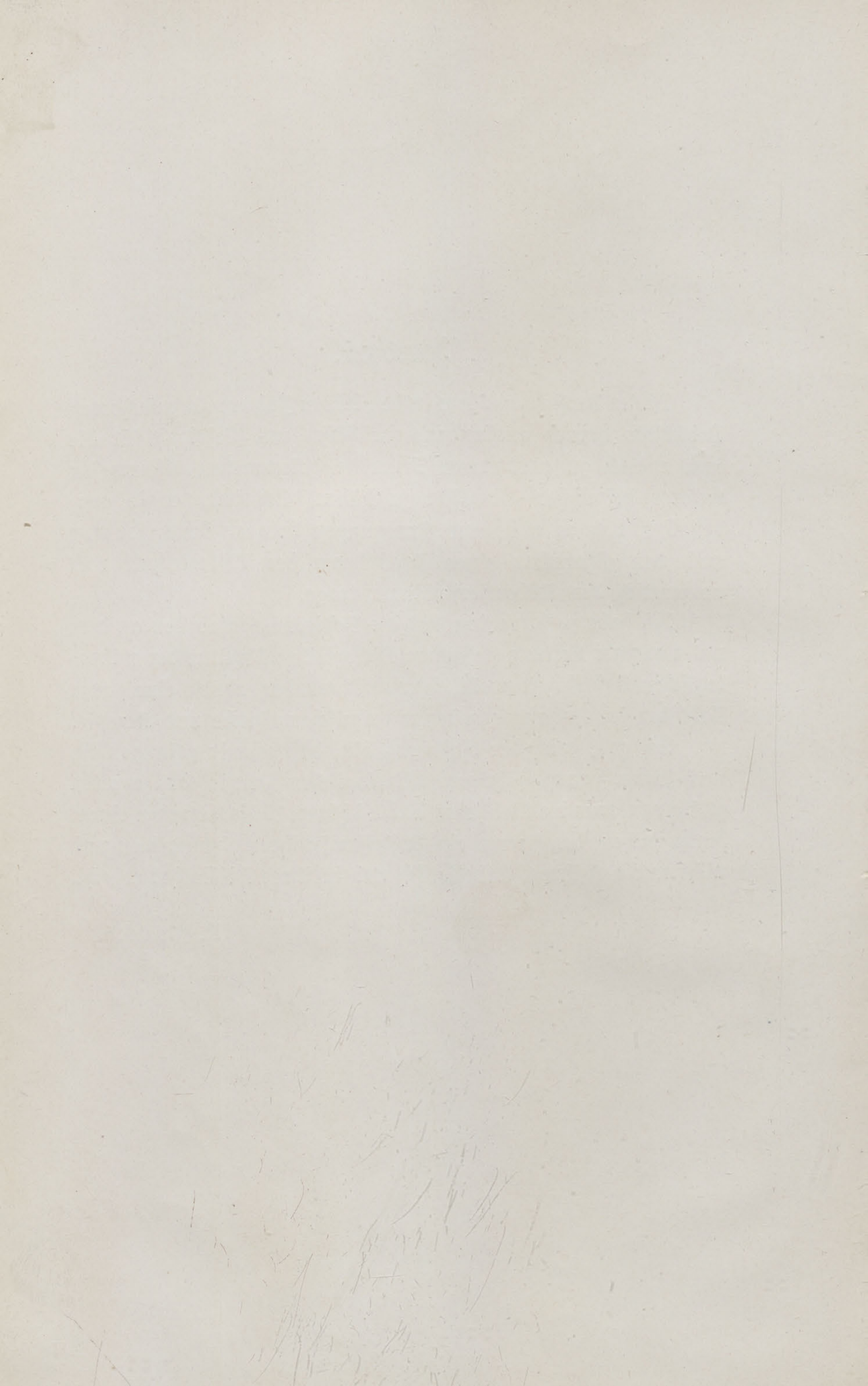
Vorwort.

Dieses Buch ist aus dem in den letzten Jahren oft geäußerten Bedürfnis heraus entstanden, ein Hilfs- und Lesebuch für die nun endlich zu verdientem Interesse gekommenen Kleinwesen unserer heimischen Gewässer zu haben. Ich habe es so ausgestaltet, daß es nicht nur Anregungen bringen kann, sondern auch den Charakter eines Praktikums der Mikrotechnik und namentlich des Rädertierstudiums trage.

Ich habe zu bemerken, daß die Bestimmungstabellen an dem unter meiner Leitung stehenden Biologischen Institut der mikrologischen Gesellschaft praktisch erprobt wurden, ebenso eine ganze Zahl der im Anhang gegebenen technischen Winke und Rezepte.

Ich gebe mich der Hoffnung hin, daß es mir gelungen ist, nach einer zwanzigjährigen mikrologischen Praxis, das erraten zu können, was die Liebhaber dieser schönen Wissenschaft in einem Buche suchen, das sie um ein Plätzchen in ihren Sympathien und nicht nur auf ihrem Arbeitstisch und in ihrer Bibliothek ersucht.

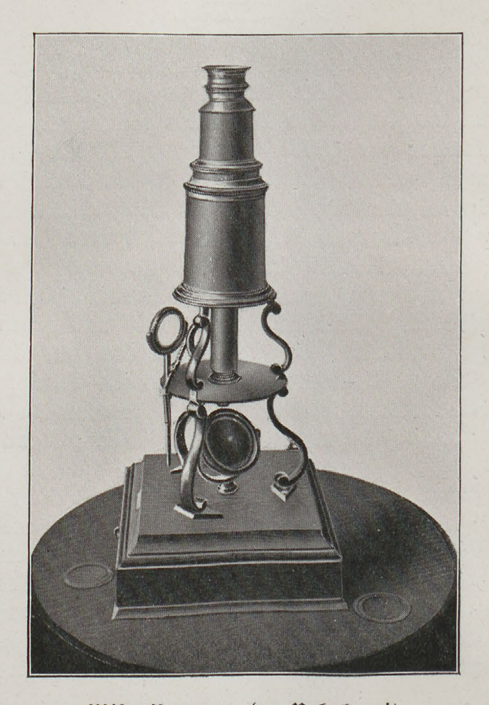
R. Francé.



Einleitung.

In dem reizenden kleinen Palast, in dem einst die Marquise von Sévigné jene entzückenden Briefe an ihre Tochter schrieb, die für immer als Muster des Briefstiles gelten, und der jetzt als Musée Carnavalet der Stadt Paris zur Aufbewahrung ihrer geschichtlichen Erinnerung dient, liegen in den Schaukästen neben echten „lettres de cachet", phrygischen Mützen, den Landkarten Deutschlands die der erste Napoleon auf seinen Feldzügen benützte und einem in Menschenhaut gebundenen Exemplar der „Konstitution" von 1793, auch Medaillons mit dem Bildnis und der Unterschrift des „göttlichen Cagliostro" und neben anderem auch ein sehr primitives Vergrößerungsglas, das dem „Göttlichen" bei seinen geheimnisvollen Sitzungen diente, wenn er aus Hanf Seide machte und aus kleinen Brillanten durch Zusammenschmelzen einen großen. Zur Cagliostrozeit war es zwar nichts neues mehr, sich an den „unsichtbaren" Wesen im Wasser zu ergötzen, ja das Mikroskop war im 18. Jahrhundert sogar viel mehr ein Hausinstrument als heute, aber es kennzeichnet doch den geheimnisvollen Nimbus, der diese Kunst des „Kleinsehens" damals noch immer umstrahlte, daß die großen Charlatane des wundersüchtigen Zeitalters es in ihr Instrumentarium aufnahmen, um einer außerordentlichen Wirkung sicher zu sein. Es hatte zwar Linné sich gegen den Wert des Mikroskopes ausgesprochen und Voltaire in boshafter Weise die Mikroskopiker sogar verspottet und ihre Beobachtungen als Augentäuschungen und Einbildungen erklärt, aber das hatte die Wißbegierde nicht abgeschreckt; war ja doch kein Jahrhundert lerneifriger und „neugieriger" im besten Sinne des Wortes, als jenes der Reifröcke und Puderquasten. Freilich verlor sich der Wissensdurst zu gerne in ein tändelnd Spiel und artiges Geplauder; die Salonmikroskope, wie deren eines in einem anderen Pariser Museum aus dem Schlosse des Herzogs von Chaulnes noch vorhanden, waren geschmückt mit Amoretten, überladen mit Zierrat und unbrauchbar zu wirklicher Arbeit — aber neben dem Tand und gelehrt tuenden Zeitvertreib gab es doch auch genug wirkliches Streben und gar mancher rang ehrlich und emsig danach, auf seine Art der Natur Riegel zu sprengen.

Namentlich in England und Deutschland, in der biederen Enge der deutschen Reichsstädte, in Nürnberg, Regensburg und Danzig saßen Männer, die alle in anderem Berufe stehend, dennoch mit unbezwinglicher Forscherlust, wenn auch mit den unzulänglichsten Hilfsmitteln, die erste Naturgeschichte der Kleinwelt schufen, mit treuherzigen und unbehilflichen Werken, die



Mikroskop aus der Rokokozeit
(Aus den Sammlungen des Museums für Meisterwerke der Naturwissenschaft zu München.)

aber dennoch unvergänglichen Ruhm haben in der menschlichen Geistesgeschichte.

Von diesem verlorenen Winkel der Geschichte des menschlichen Kulturringens weiß man gemeinhin gar nichts; man hat sie ganz vergessen, den alten Ledermüller, Eichhorn, Rösel und Trembley, Gleichen und Goeze und ihre Gefährten, die als Dilettanten für immer mustergültig bleiben werden. Weil sie unserem Geschlecht noch eine ganz gewaltige Lehre zu geben haben, gestatte man mir, sie von den Toten zu erwecken.

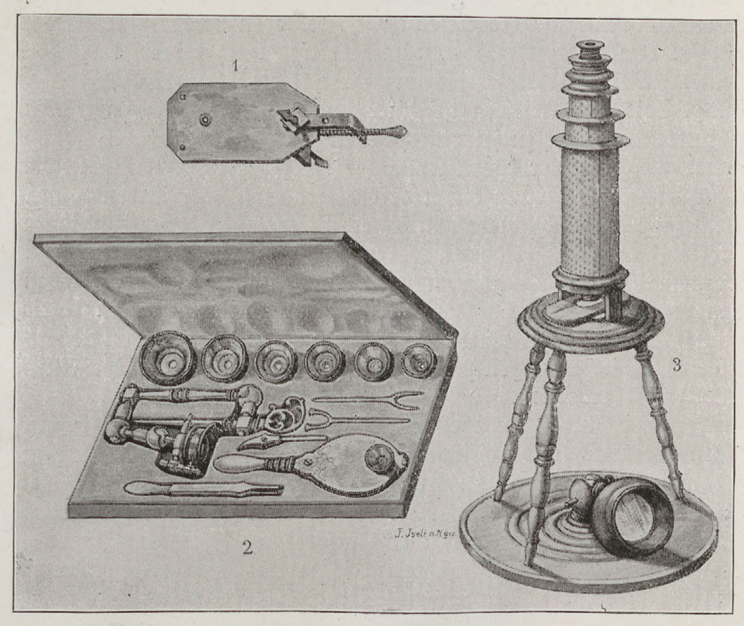


Faksimile aus J. A. Rösel von Rosenhof-Insektenbelustigungen. Nürnberg 1752.

(Die Tafel stellt Hüpferlinge (Cyclops) mit anhaftenden Infusorien (Vorticellinen) bei schwacher Vergrößerung dar.) Es handelt sich hierbei sowohl um Vertreter der Gattung Vorticella (Fig. 3), deren Einzelzellen auch freischwimmend dargestellt werden (Fig. 3, b und c), wie um Carchesium polypinum (Fig. 5 und 6) allerdings in unvollkommener Darstellung.



Das Nürnberg des 18. Jahrhunderts war ein träumerisches vergessenes Nest, trotz seiner Größe und seines achtunggebietenden Namens. Ganz Franken war ein vergessenes Land — ist es eigentlich heute noch. So wie noch jetzt darin ganz ansehnliche Städte wie lebende Fossilien aus vergangenen Jahrhunderten nur ein Scheinleben führen, wo in köstlich altfränkischen Häusern



1 = Mikroskop des Leeuwenhoek aus dem 17. Jahrh. — 2 = Muschenbroek'sche Nuß. Typus aus dem Beginn des 18. Jahrh. — 3 = Nürnberger Pappmikroskop aus der Mitte des 18. Jahrhunderts.

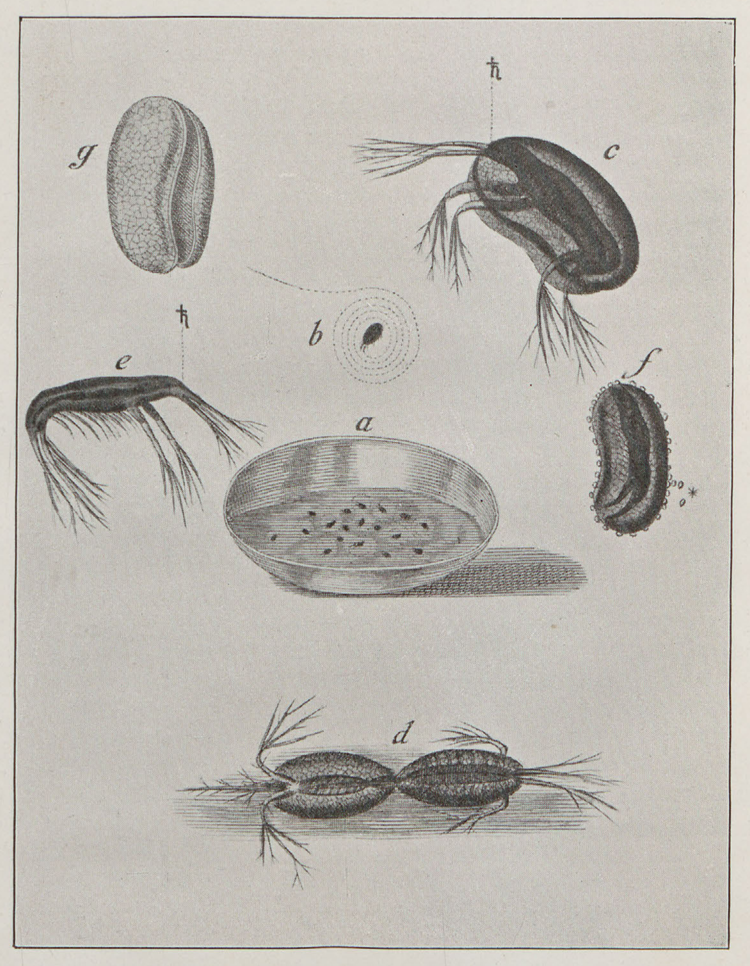
(Nach den Originalen im Münchner Museum für Meisterwerke der Naturwissenschaft gezeichnet von J. Iseli.)

und Höfen noch eine Menge schrullenhaft wunderlicher Menschen dahinlebt, deren ganze Lebensart sich nicht in unsere Zeit zu schicken weiß, so ging damals in Nürnberg alles einen gravitätisch verrosteten Gang. Die mächtig prächtige Stadt, die einst viele tausend wehrhafte Söldner ins Feld stellen konnte, hatte jetzt insgesamt kaum mehr als 20 000 Menschen in ihren Mauern. Viele Gassen brüteten verlassen, Häuser standen unbewohnt, Gerechtsame wurden nicht ausgenützt und um die gewaltig trutzigen Mauern rankte sich Grün, Sumpfblumen sprießten in den Stadtgräben, weil die ungereinigt blieben die vielen Jahre hin.

In jenem alten Nürnberg gingen viele Menschen aus und ein, die einen ererbten Beruf hatten, wohlverbrieft durch überkommene Rechte und seinen Mann ernährend, aber nicht sein Leben ausfüllend, da dieses Leben eben nur ein Rädchen sein sollte an den großen Maschinerien öffentlicher Verwaltung oder im Besitz eines vorväterlichen Besitztums, das eigenes Erwerben überflüssig machte. In jeder alten Kultur gibt es viele solche Sinekuren; auch unsere Gesellschaft hat deren reichlich, trotz dem nervenzerrüttenden Hasten, dem sich angeblich keiner entziehen könne. Es gibt auch unter uns viele, die mit Intelligenz, Bildung, Zeit und Mitteln gesegnet, nach einem Betätigungskreis suchen, um nützlich zu sein in der menschlichen Gesellschaft. Ihnen gaben die Patrizier der Nürnberger Verfallzeit ein Beispiel, wie man auch ohne Zwang einen befriedigenden Beruf finden könne. Denn gar auffällig viele von ihnen widmeten sich als Amateure der Wissenschaft. Nicht um Leuchten darin und Gelehrte zu werden, sondern um teil zu haben an ihren Genüssen. Neben den Spielereien des Pegnesischen Blumenordens blühte in Noris manch wissenschaftlicher Klub und außerdem gab es eine erkleckliche Anzahl Privatgelehrter, die sich ein beneidenswertes Glück im Winkel erbauten.

Da saß in einem der traulichen Bürgerhäuser, wie sie mit Mansardendach und köstlichen Vorgärtchen noch allenthalben in Franken zu finden, ein gar kunstfertiger Mann. Johann Rösel vom Rosenhof nannte er sich und war seines Zeichens „Illuminist und Mignaturmaler“, also einem gar edlen Gewerbe angehörig, das in dem sich durch feine Handfertigkeiten von je auszeichnenden Nürnberg schon seit dem Glockendons stets namhafte Vertreter hatte. Aber er scheint es nicht gar sonderlich nötig gehabt zu haben sein Gewerbe, sonst wäre er wohl nicht darauf verfallen, mit unendlichem Fleiß und Behaglichkeit „Insektenbelustigungen“ herauszugeben. Darunter verstand er Kupfertafeln, auf denen er nach der Natur anfangs Falter und ihre Raupen, dann allerlei kleine Wassertiere abbildete und auf das sorgfältigste illuminierte, sie mit eigener Hand so naturgetreu ausmalte, daß viele dieser Bilder noch heute unübertroffen sind. (Bild S. 7.)

Man subskribierte auf seine Bögen, die er mit selbstverfaßtem Texte erläuterte und da er mehrere Hundert davon in die „Welt“ sandte, welche Welt damals natürlich sehr klein und wohl hauptsächlich auf Nürnberg beschränkt war, kann man daraus ermessen, daß doch viele Gleichgesinnte und Strebende vergessen werden, wenn ein Geschichtsschreiber sagt: das 18. Jahrhundert sei für die Bürgerkultur der deutschen Städte eine Zeit der Verzopfung, ja eines totenähnlichen Schlafes gewesen.



Faksimile aus: Ledermüller, Mikroskopische Gemüts- und Augenergötzungen, Nürnberg 1760. Taf. LXXII. Die nierenförmige Pücerons.

Die Tafel stellt Muschelkrebse (Cypris) bei schwacher Vergrößerung (g, c, d, f) und in natürlicher Größe (a, b) dar. Bei e ist das Tier aus seiner Schale herauspräpariert. Bei f ist eine Schale mit Polypenläufen (das Infusorium Trichodina pediculus) besetzt. d = angeblich sich begattende Muschelkrebse.



Und fast zu gleicher Zeit ging von Nürnberg noch ein naturgeschichtliches Werk aus, das zwar nie zu dem Ruhm gelangte wie des Rösel Schriften, aber dennoch ein artig Stück ehrlicher Selbstforscherarbeit war. Martin Frobenius Ledermüller, Kaiserl. Notarius und des Forst- u. Zeidelgerichtes Beysitzer, also Jurist und Beamter gab zu fünf Kreuzer das Stück, hundert Farbentafeln mit Text heraus, die er „mikroskopische Gemüts- und Augenergötzungen" nannte, als Widerklang seines eigenen Vergnügens, das er empfunden, wenn er mit seinem allerdings elenden, aber mit Rokokoornamenten putzig gezierten Microscopium als richtiger Dilettant kunterbunt alles beobachtete, was ihm vorkam: Käfer, die in Erbsen leben, „Schillertaffend", Haare, Blütenteile, Infusorien, Süßwasserpolypen und Krebschen, Baumwollfäden und Salzkristalle. (Bild S. 11.)

Dieses Stilleben der Liebhabergelehrten zu Nürnberg hatte sein Ebenbild zu Regensburg, zu Danzig, Quedlinburg, Kopenhagen, auf den Schlössern im Lande; überall saßen damals Männer der verschiedensten Berufe, die ihre Mußestunden mit unendlicher Treue auf mikroskopische Forschungen verwandten. Aus ihren Schriften spricht stets so unendliches Behagen an dieser Beschäftigung, innere Befriedigung über ihr Tun und Erkennen, daß es jeden, der nur einmal diese alten Scharteken*) zur Hand nimmt, aneifern muß, Gleiches zu tun. Diese Dilettanten aber waren die Väter der Mikrologie; ihre Werke schufen eine neue Wissenschaft: die der Kleinweltkunde und im Engeren die Hydrobiologie, in deren Welt dieses Buch einführen will. Mit Achtung und Vergnügen nennt ihren Namen auch heute nach hundert Jahren die Fachwissenschaft und knüpft an ihre Beobachtungen an, denn sie sind einfach, aber gründlich und wahr.

Diese Zeit, da auch der Liebhaber, wenn er nur redlich und gediegen zu Werke geht, der mikroskopischen Wissenschaft dienen kann, ist noch nicht aus. Diesen Geist der Rösel, Eichhorn und Ledermüller gilt es wieder zu erneuern und er ist auch von neuem erwacht. Es war Roßmäßlers unsterbliches Verdienst: dieser

---

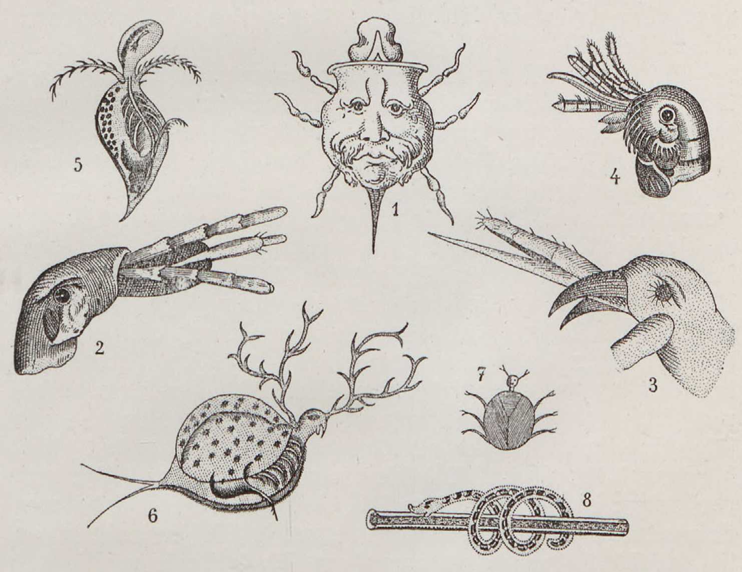
*) Die näheren Titel dieser Werke sind: M. J. Ledermüller, Mikroskopischer Gemüths- und Augen-Ergötzung. Erstes Fünfzig. Mit Farben nach der Natur erleuchtet. Nürnberg. 4°. 1760. — Eichhorn, Beyträge zur Kenntniß der kleinsten Wasserthiere. Berlin und Stettin. 4°. 1781. — Gleichen, Baron de, Dissertation sur la génération, les animalcules spermatiques et ceux d'infusions. Paris An VII. — Leeuwenhoek A., Arcana Naturae. Delphis Batav. 1695. — Trembley, A., Abhandlungen zur Geschichte einer Polypenart des süßen Wassers usw. Quedlinburg 1775. — Baker, H., Vom Nutzen des Mikroskopes. Augsburg 1754. — Außerdem der schon genannte Rösel (S. 7). — Ehrenberg, Chr. G., Die Infusionstierchen. Berlin 1838.

sinnigen Naturbeobachtung aus Herzensbedürfnis und Bildungsdrang wieder die Seelen geöffnet zu haben. In seinem Sinn wollen wir fortschreiten. Sein Wort: Jeder Lehrer ein Naturforscher klingt mir in den Ohren, wenn ich an diesem Werke schaffe. Jawohl die Lehrer, denen biologischer Unterricht nun endlich zur Pflicht gemacht wurde, müssen Liebhaberforscher auf dem Gebiete der Mikrologie sein, wollen sie ihre Aufgabe wirklich recht erfassen! Denn von der Kleinwelt des Süßwassers aus eröffnet sich das beste Verständnis für alle großen Fragen der Biologie. Ihnen widme ich also die vor- und nachstehenden Zeilen und hätte das mir vorschwebende Ideal erreicht, wenn sie mein Büchlein würdigten nicht nur zum Selbststudium, sondern zum Vorlesen für die aufnahmsfähigen jungen Gemüter, die ihnen anvertraut sind.

Und ihren Kreis möchte ich erweitern auf die Vielen, denen hier die zwei Nürnberger Dilettanten als Vorbild vorgerückt wurden, auf die Naturfreunde, die werktätig lernen und neben einem Beruf nach innerer Befriedigung suchen. Ihnen sind hier Wege und Möglichkeiten gezeigt und so ist nicht nur den Lehrern, sondern auch den Naturfreunden mein Streben gewidmet.

Die Urwesen.

Man kennt derzeit sechs- oder siebentausend verschiedener Arten von Urtieren. Die Naturforscher, die im Auftrag der englischen Regierung mit dem Dampfer Challenger die Weltmeere befuhren, brachten allein 4000 Arten von Radiolarien mit, die noch nicht beschrieben waren. Die Erforscher der Gesteine kennen



Fantastische Abbildungen aus den älteren Werken der Mikrologie. Fig. 1 = Milbe nach Joblot. – Fig. 2—4 = Kopf eines Flohs nach Ledermüller. — Fig. 5—6 = Cladoceren nach Eichhorn. — Fig. 7 = Wassermilbe nach Eichhorn. – Fig. 8 = oligochaeter Wurm nach Rösel.

mehrere tausend Arten von „Kammerlingen", das heißt von Urwesen, die in der Vorzeit so massenhaft lebten, daß weite Strecken der Erdoberfläche aus ihren steinernen Gehäusen zusammengesetzt sind. Dazu kommen etwa 600 Arten von Geißelzellen und 500 eigentliche Aufgußtierchen. In den Gewässern der Erde unterscheiden die Botaniker an 6000 Kieselalgenarten, und dazu über 1100 Zieralgen und 1000 Uralgen. Insgesamt sind also etwa

15000 Formen von Urwesen in den Büchern der Wissenschaft abgebildet und beschrieben und täglich kommen neue hinzu, so daß wir Grund haben anzunehmen, es sei erst ein Bruchteil der Gestaltungskraft bekannt, mit der die Natur ihre kleinsten Kinder ausstattete.

Jede Gestalt ist von der anderen verschieden und schon dadurch ist ein künstlerisches Werk vollbracht von solchem Phantasiereichtum, daß es kein menschliches Hirn zu erfinden vermöchte, wenn es nicht überall in die Natur gestreut dem forschenden Blicke offen daliegen würde. Die entzückende Mannigfaltigkeit der Schneeflocken ist noch einförmig gegen die Vielheit der phantastischen Sternchen, Spindeln, Fäden, Ketten, Räder, Becher und unnennbaren Formen, die überall sich finden, wo Wasser längere Zeit ruhig steht.

Mitten im Winter auf der hartgefrorenen Schneedecke leben schon welche und einige haben überhaupt keinen anderen Aufenthaltsort als den Firn der Gebirge und die nie ganz zerschmelzenden Schneefelder der Polarländer. Wenn im Spätwinter, teilweise noch unter dem Eise, die Bäche dahinschießen, färbt sich ihr Grund tiefbraun. Im Vorfrühling steigen diese weichen Flocken an die Oberfläche und breiten sich dort zu flaumigen Decken aus. In einer Handvoll dieser Masse stecken Millionen von Urwesen. Kieselalgen sind es, die den Frühling feiern, schon lange vor der übrigen Natur. Ein schwarzer Moortümpel, abscheulich in der gleißenden Ruhe seines mißfarbenen Wassers, ist voll von den schönsten und anmutigsten Urwesen. In einem Tropfen davon sieht man manchmal mehrere Hundert von Zieralgen, die sich auf mehrere Dutzend verschiedener Formen verteilen. Wohin man blickt, überall sind die einfachsten Tiere und Pflanzen vorhanden, im Staub leben welche, die Regentropfen schwemmen sie aus der Luft herab. Wo irgend etwas im Wasser fault, finden sie reichlich Nahrung und vermehren sich so stark, daß sie mit ihren winzigen Körperchen das Wasser trüben. Die hellgrünen Pfützen, das dunkelsaftige Grün um die Rinnsteine, die blutige Färbung mancher Teiche geht auf sie zurück. Im reinsten und appetitlichsten Waldboden fehlen sie nicht. Wenn man den schwarzen saftigen Humus untersucht, wie man ihn etwa aus dem Buchenwalde unter den Moospolstern nach Hause bringen kann, sieht man mit Erstaunen, daß darin Hunderte der sonderbarsten Urtiere hausen, langsam durcheinander kriechen und ein ganz eigenartiges Leben führen. Die kristallklaren Wasser sind in jedem See belebt von unzählbaren Kieselalgen und Infusorien, die man ohne Vergrößerungsglas niemals sehen könnte, von denen sich aber die Fische nähren.

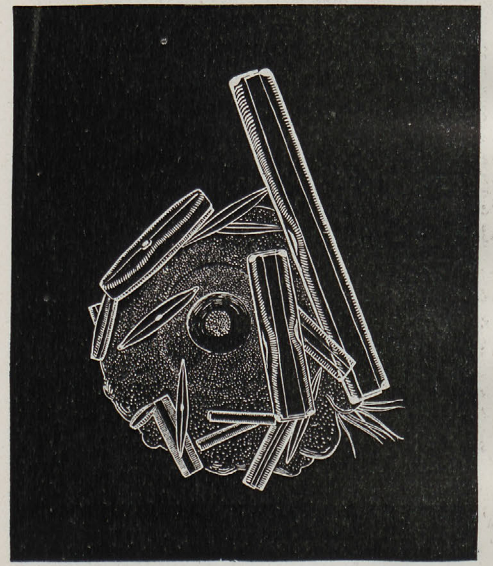
So gibt es in der langweiligsten Landschaft das Interessanteste zu beobachten und wenn jemand glaubt, in seiner Gegend sei die Natur ärmer als sonstwo, so hat er damit nur verraten, daß er nicht zu beobachten versteht. Diese kleinen Wesen sind so gleichmäßig über die ganze Erde verbreitet, daß man fast alle in den Gewässern jedes Landstriches finden kann.

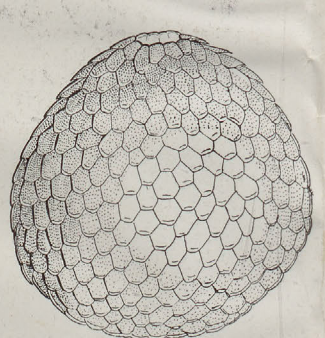
Faksimile aus Ehrenberg, Die Infusionstierchen 1838. Oben links = Brachionus Bakeri, Rückenansicht, Bauchseite, darunter Seitenansicht und Kauapparat. — Oben rechts = Brachionus polyacanthus, Rückenansicht, Bauchseite, darunter Seitenansicht und Kauapparat. — Unten = Brachionus militaris, junges Tier, r. d. Seite. Rückenansicht, Bauchseite, junges Tier.

Das stellt uns vor die Frage, wie dies möglich sei, da doch sonst jeder Tier- und Pflanzenform gewöhnlich nur ein bestimmter Aufenthaltsort taugt; Elefanten leben nicht in Amerika, unsere heimische Fichte wächst nicht in Ägypten, auch wenn sie genug Wasser hätte; man hat aber genau dieselben Kieselalgen und Infusorien in Ägypten gefunden, die bei Berlin leben und in Nordamerika dieselben Moosbewohner wie im deutschen Wald. Nur einige Gewächse und Tiere fühlen sich



in allen Zonen heimisch, solche sind z. B. das Schilfrohr oder die Bettwanze. Warum ist das, was hier die Ausnahme ist, in der Kleinwelt die Regel? Die Erklärung ist nicht sehr schwer. Alle Urwesen sind auf das Wasser angewiesen und dieses gewährleistet unter allen Himmelsstrichen so ziemlich dieselben Lebensverhältnisse. In alle Länder gelangten sie aber durch den Wind und das kam so: Sie alle haben die Fähigkeit, das Austrocknen ihres „heimatlichen" Gewässers überleben zu können, einfach dadurch, daß sie sich zusammenziehen, einschrumpfen wie eine

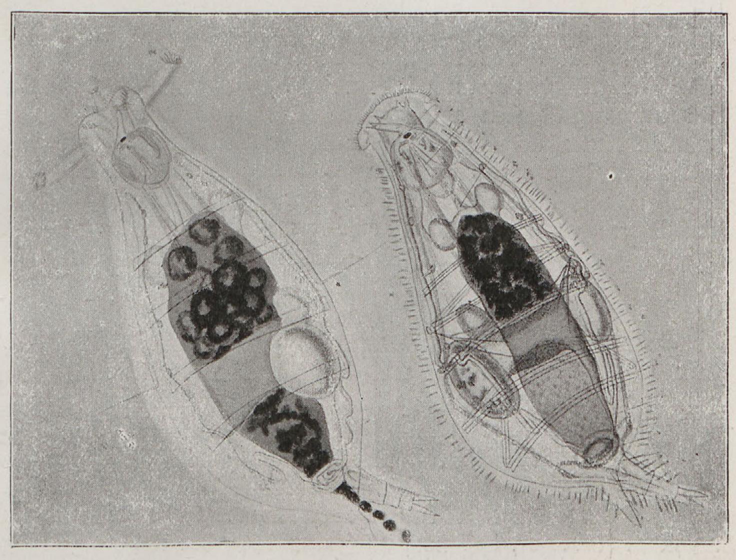




Wurzelfüßler des Süßwassers. Die zwei Typen der Gehäuse.
(Nach Präparaten des Biolog. Instituts zu München (Sammlung Pénard), gez. von Dr. G. Dunzinger.)

Mumie und eine derbe Haut ausscheiden oder auch nur, wenn sie in einem Gehäuse sitzen, dieses wie eine Schnecke im Herbst verschließen. Da ruhen sie dann wohlgeborgen in ihrer „Dauerspore" oder „Zyste" und werden, da sie staubleicht sind, von jedem Lüftchen aufgenommen. Darum findet man sie im Staub; mit den Passaten, den regelmäßigen großen Luftströmungen durchwandern sie Meere und Weltteile und da sie in jedem Wasser, in das sie fallen, aus ihrer Schutzhaut schlüpfen, mußten sie bald über die ganze Erde zerstreut sein, sogar wenn man annehmen durfte, sie seien ursprünglich nur an einem einzigen Orte entstanden.

Wenn man also nichts anderes tun würde, als aus allen Bächen, Weihern, Seen, Sümpfen, Mooren, aus dem Moos der Wälder und dem Schnee, aus den Erden und Gesteinen Proben einzusammeln, mit dem Vergrößerungsglas zu durchmustern und die verschiedenen Urwesen zu betrachten, die man darin findet, so könnte man schon viele Jahre damit verbringen und es wäre ergötzlich und nicht nutzlos. Diese Arbeit haben seit den Vätern der Mikrologie viele Naturforscher geleistet und einer davon, der



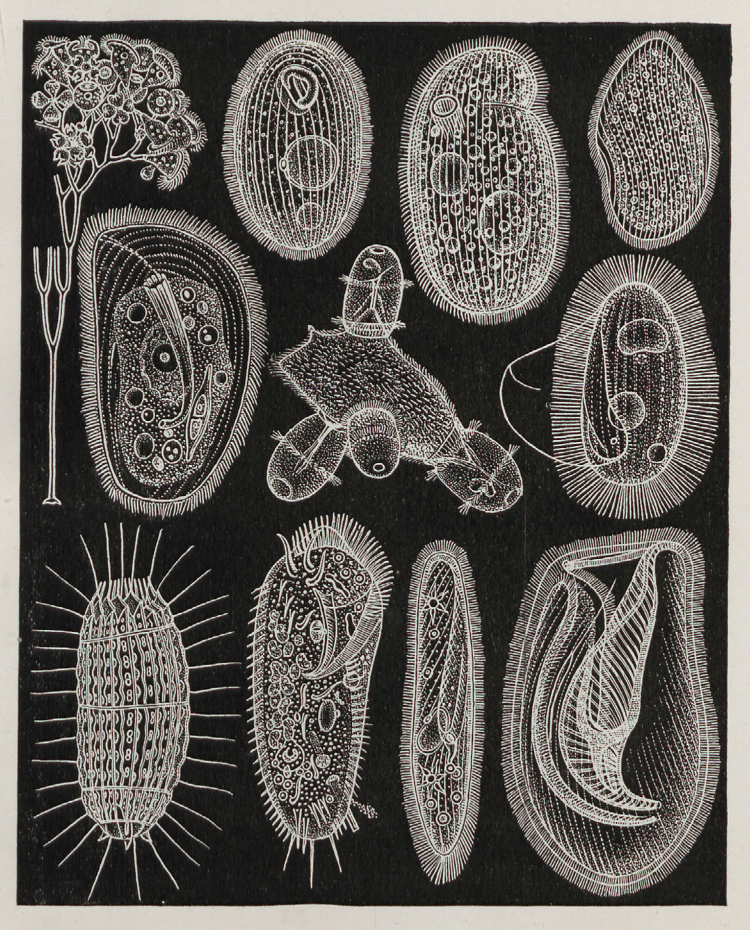
Faksimile aus: Ehrenberg, Die Infusionstierchen. 1838.
Links = Notommata Copeus. Rechts = Notommata centrura

Berliner Professor G. Chr. Ehrenberg hat dadurch Weltruhm davongetragen, daß er Hunderte dieser Kleinsten in seinem großen Werk: „Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen" auf das Getreulichste beschrieb und abbildete. Von der Vollkommenheit seiner Bilder können die hier eingestreuten Proben Zeugnis ablegen. Ein anderer Erforscher der Kleinwelt, der Lehrer an der Nordhäuser Realschule Fr. Traugott Kützing, hat sich sogar die Mühe nicht verdrießen lassen und 25 Jahre lang in zwanzig Bänden das größte Werk herausgegeben, das sich mit den pflanzlichen Kleinwesen befaßt (Tabulae phycologicae), die er auf zweitausend farbigen Tafeln abbildet. Neben ihnen aber wirkten Hunderte in gleichem Sinne, so daß das Schrifttum über unseren Gegenstand bereits unübersehbar ist

und auch der geschulte Fachmann oft Wochen verbringen muß, bevor er sich Klarheit darüber verschafft, ob ein vor ihm liegendes Urwesen bereits bekannt ist und unter welchem Namen es beschrieben wurde.

Wenn man Sinn für das stille Vergnügen solcher Betrachtungen hat und die „Fänge", die man von Wanderungen mit heimgebracht hat, emsig mit dem Mikroskop durchforscht, ordnen sich bald die anfangs durch das völlig ungewohnte und absonderliche der neuen Erfahrungen verwirrten Begriffe und man erkennt, daß uns der gewöhnliche Anblick der Natur eine ganz falsche Vorstellung vom Wesen der Tiere und Pflanzen beigebracht hat. Wir glaubten bislang, Pflanzen müßten immer festgewachsen und unbeweglich sein, wir glaubten, daß man nie in Zweifel kommen könne, ob ein lebendiges Wesen ein Tier oder ein Gewächs sei. Nun geraten wir in solche Verwirrungen. Denn da liegt vor uns im Gesichtsfelde des Kleinsehers ein eigentümlich biskuitförmiges starres Ding, erfüllt mit gelbbraunen Scheiben und glänzenden Tropfen und Kugeln. Dem Aussehen nach wäre man geneigt, es für einen Kristall zu halten. Aber es bewegt sich. Ruckweise schiebt es sich vor, dann wieder zurück und durchwandelt wackelnd den Wassertropfen. Wenn es aber ein Tier ist, wo hat es Mund und Magen, Sinnesorgane und Bewegungswerkzeuge, die doch einmal von dem herkömmlichen Begriff des Tieres unzertrennlich sind? Wir können nichts derlei entdecken. Der im Mikroskopieren Geübte weiß, daß das unbegreifliche Gebilde eine Kieselalge aus der Gattung Navicula ist, also eine Pflanze. Wenn er aber darüber in älteren Werken nachliest, findet er, daß noch im Jahre 1836 die Kieselalgen für Tiere gehalten wurden, weil sie sich bewegen.

Während wir noch unserer Navicula nachsinnen, rudert hurtig ein putzig Wesen in das Sehfeld. Es ist zart lasurblau, hat aber Edelsteinschimmer, grünlich wie ein Chrysopras. Von Gestalt ist er wie ein Ei, das am dickeren Ende ausgekerbt ist. Im Innern sieht man allerlei wie zarte Organe, auch etwas wie einen Schlund. Und was am meisten befremdet: aus diesem Schlund hängen zwei unendlich feine Fäden, die sehr schwer zu sehen sind. Diese versteht das Wesen wirbelnd zu schwingen und dadurch kann es rasch und zitternd und hüpfend schwimmen. Dies ist doch sicher ein Tier? Aber der Fachmann verneint auch dies. Er sagt: Cryptomonas cyana gehöre zu den Geißelwesen (Flagellaten) und diese müsse man zu den Pflanzen rechnen. In demselben Wassertropfen haben wir aber soeben noch ein selten schön gestaltetes Ding entdeckt. Es liegt ganz still und leuchtet im entzückendsten und saftigsten Grün, das man sich nur

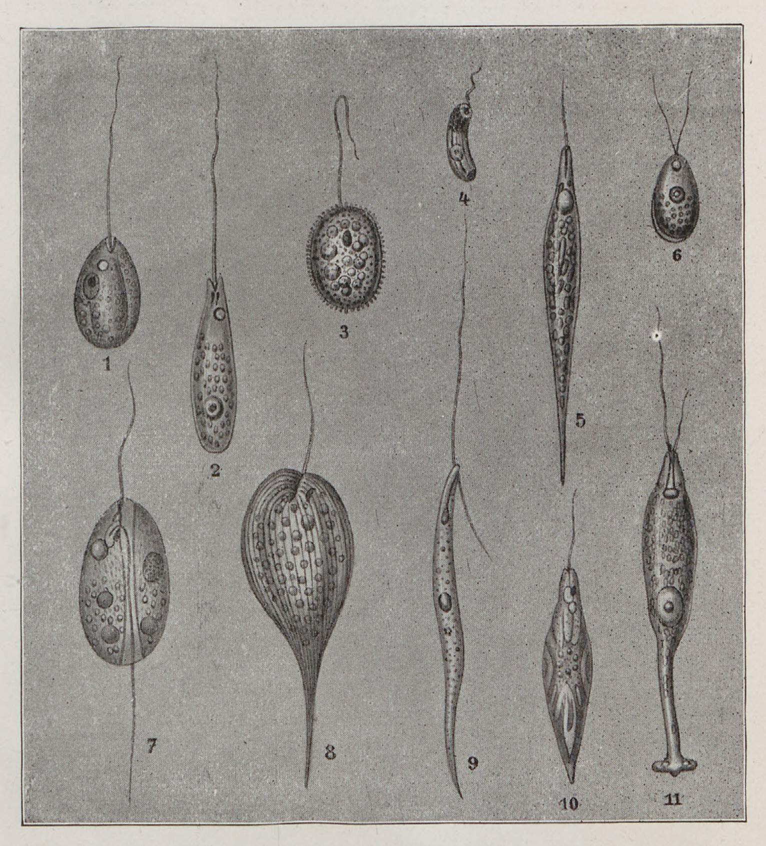


Wimperinfusorien. Links oben = Epistylis umbellaria. Teil einer Kolonie. – Daneben Chilodon cucullulus, darunter Coleps hirtus. Zweite Reihe oben = Glaucoma scintillans, darunter ein Paramaecium von Didinium nasutum angegriffen, darunter Stylonychia mytilus und Paraemaecium aurelia. Dritte Reihe oben = Bursaria aurea, daneben Opalina ranarum, darunter Pleuronema Chrysalis, darunter Bauchansicht von Bursaria truncatella.

[Nach Bütschli und Original des Verfassers (Chilodon).]



vorstellen kann. Es ist flach wie eine Linse, aber ganz regelmäßig gezackt und eingeschnitten. Von ihm wollen wir es gerne glauben, daß es eine Pflanze ist und finden den Namen Zieralge



Flagellaten des Süßwassers. 1 = Petalomonas abscissa. — 2 = Peranema trichophorum. — 3 = Trachelomonas hispida. — 4 = Menoidium pellucidum. — 5 = Distigma tenax. — 6 = Polytoma Uvella. — 7 = Anisonema acinus. — 8 = Phacus longicauda. — 9 = Heteronema acus. — 10 = Euglena viridis. — 11 = Astasia proteus.

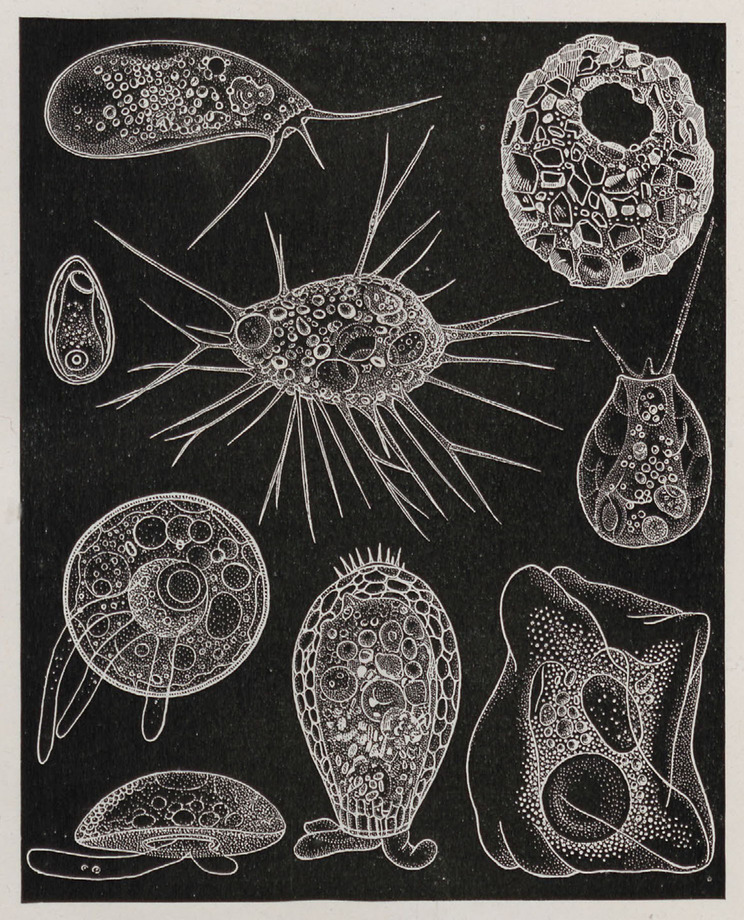
(Nach Blochmann.) Mäßig vergrößert.

trefflich, den man diesen Micrasteriasarten gegeben hat. Diese ersten drei Erfahrungen genügen, um es dem Verständnis nahe zu rücken, warum die Forscher in großer Verlegenheit sind, was man als Kennzeichen der einfachsten Pflanzen feststellen soll?

Von Blättern und Wurzeln kann keine Rede sein. Das Grün ist auch schon den Pilzen und manchem Schmarotzer unter den höheren Pflanzen verloren gegangen. Der Mangel an Bewegung wurde durch Navicula und Cryptomonas widerlegt. Es bleibt einzig allein die Tatsache als echt pflanzenhaft bestehen, daß alle Gewächse sich nur auf chemischem Wege durch Assimilation gasförmiger oder flüssiger Nahrung nähren.

Doch unter den Kleinwesen gibt es welche, die auch diesen Satz umstürzen. Wohl die häufigste aller Kleinpflanzen, die sich in jedem mit grünen Häuten überzogenen Rinnstein, in jeder Jauchepfütze und Straßenlache findet, ist der Änderling (Euglena stagnalis). So unappettitlich seine Umgebung ist, so liebreizend ist das Dingchen selbst. Es ist sehr klein, so daß etwa 40 auf einen Stecknadelkopf gehen, dazu schlank geformt wie ein gestaltveränderliches Fischlein mit spitzem Schwanz, vorn mit einem drolligen Mäulchen, von dem ein regelrechter Schlund in das Leibesinnere führt, aus dem eine heftig peitschende Geißel heraushängt. Eine besondere Zierde ist auch hier das schöne Grün, gehoben durch blitzende glasartige Kugeln und Scheiben und einen rubinroten Punkt, der wie ein Auge anmutet. Euglena lebt pflanzenhaft. Mit Hilfe des Blattgrüns zersetzt es Gase im Sonnenlicht und bereitet Stärke aus ihnen. Das sind die blitzenden Kugeln im Innern. Außerdem lebt der Änderling wie ein Pilz, saugt mit der Körperoberfläche faulende Stoffe auf, die ihm auch zur Nahrung dienen. Es gibt jedoch farblose Änderlinge, die sich nur durch den Mangel von Blattgrün und Stärke von den grünen unterscheiden. (Man nennt sie Peranema trichophorum.) Und diese fressen kleinere Lebewesen so, als ob sie ein winziges Raubtier wären. Mit der Geißel schleudern sie ihre Beute in die Mundöffnung. Von dort fällt sie in das Leibesinnere, das wie ein Magen wirkt und den Nahrungsbissen zersetzt und verdaut. Das Unverdaute wird durch den Mund wieder ausgebrochen.

Es gibt ferner in allen pflanzenreichen Sümpfen ein Urwesen, das man Vampyrella nennt. Dieses ist eine rollende ziegelrote Kugel, die zahlreiche feine Fäden ausstreckt. Wenn sie eine Kieselalge trifft, umfließt sie das Pflänzchen gewissermaßen, dann verdaut sie es und stößt die leeren Schalen wieder aus. Die Pflanzenforscher haben aus Tümpeln und feuchten Waldgründen auch Schleimpilze (Myxomyceten) kennen gelernt, die in jeder Beziehung wie ein regelrechter Pilz wachsen; nur in der Jugendzeit leben sie wie Tierchen, in Gestalt eines fließenden farblosen Tropfens, der alles Verdauliche, das ihm unterwegs aufstößt, sich einverleibt.



Wurzelfüßler. Links oben = Cyphoderia margaritacea. — Rechts oben = Difflugia urceolaris. — In der Mitte links = Trinema acinus, Amoeba radiosa. — Rechts = Euglypha. globulosa n. sp. — Untere Reihe links = Arcella vulgaris in zwei Stellungen. — In der Mitte = Nebela collaris. — Rechts = Amoeba terricola.

(Nach Originalen des Verfassers gezeichnet von E. Pfenninger. Mäßig vergrößert.)


Stadt
Bücherei
Elbing

Es gibt also Pflanzen mit tierischer Lebensweise. Andererseits wachsen in denselben Sümpfen, in denen die soeben vorgeführten Pflänzchen gedeihen, an Rohrstengeln und unterseeischen Balken grüne und braune große schwammartige Gebilde, nämlich wirkliche Süßwasserschwämme (Spongillen), die völlig unbeweglich sind, die auch so wie eine Pflanze kein Nervensystem haben, weshalb man sie denn auch lange Zeit für Gewächse hielt.

Es gibt also keinen Unterschied zwischen den beiden Naturreichen und die einfachsten Pflanzen sind von einfachsten Tieren nicht zu unterscheiden.

Wem das einmal zu Gemüte gegangen ist, der wird in den Pflanzen immer das Lebendige, das Empfindende und Leidende schonen und mehr Sinn und Liebe für ihr stilles, duldsames Dasein in sich entdecken.

Als das einfachste aller Tiere betrachtet man herkömmlicherweise das Wechseltierchen (Amoeba). Und wirklich, etwas einfacheres als diesen glasklaren Tropfen, der stets seine Gestalt verändert und so wie Vampyrella oder die Schleimpilze seine Nahrung durch „Umfließen" gewinnt, kann man sich nicht mehr vorstellen. Auch hier muß man von allen gewohnten Begriffen eines Tieres absehen und sich das „tierische Urwesen" gewissermaßen als ein Drittes oder ein Zwischenreich der Lebendigen vorstellen, für das man den Namen Protisten geprägt hat. Dieser Vorschlag Haeckels schien beim ersten Augenschein ungemein glücklich, veranlaßte dann aber doch mannigfache Bedenken und hat in der Wissenschaft doch nicht Fuß gefaßt. Man hat ihm vorgeworfen, er schaffe statt einer zwei Schwierigkeiten. Denn wenn es schon so schwierig oder einfach unmöglich sei, einfachste Tiere und Pflanzen auseinander zu halten, so sei man nun vor die noch schwierigere Aufgabe gestellt, die Protisten von den Tieren und von den Pflanzen abzugrenzen.

Wichtiger als diesen Streit um bloße Namen hielt man die Erkenntnis, daß alle diese einfachsten Lebewesen einer einzellebenden Zelle entsprechen. Das war eine verheißende Einsicht, daß die sonst vertrauten Tiere und Pflanzen alle aus Milliarden von Zellen in bestimmten gesetzmäßigen Verbänden (Geweben und Organen) bestehen, die Urwesen aber aus einer einzigen oder einem ganz lockeren Verbande gleichwertigen Zellen.

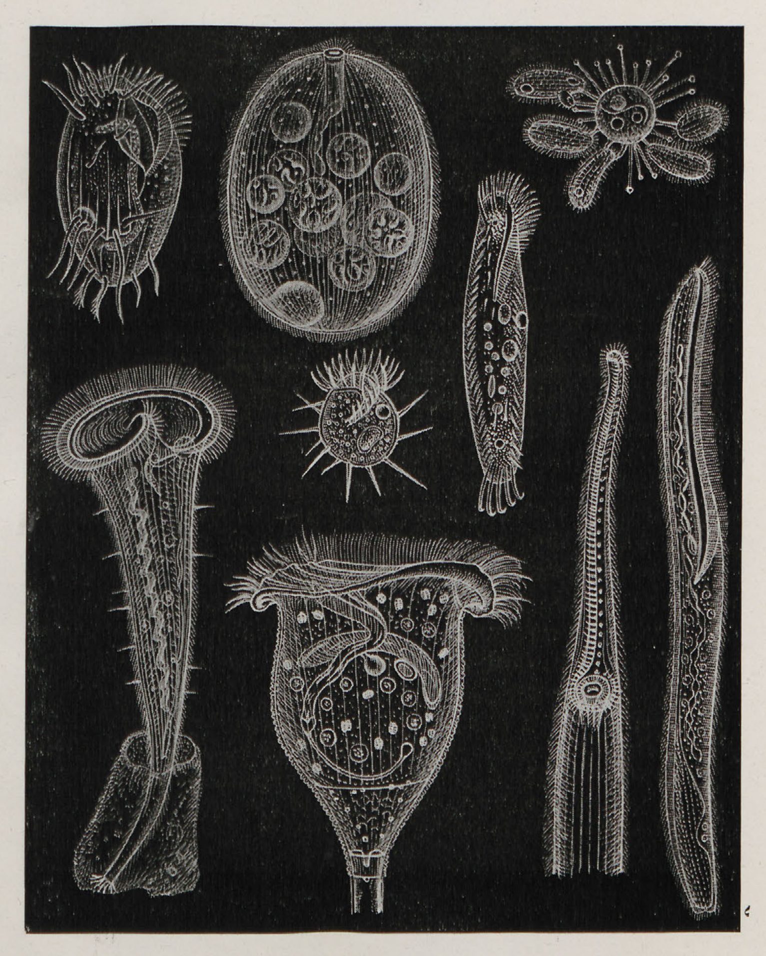
Aber der Stolz über diese im Jahre 1848 aufgestellte Erklärung ist längst wieder einer gewissen Sorge gewichen. Denn man hat dadurch über das Wesen der Zelle eigentlich nichts anderes erfahren, als daß sie eine verkleinerte Nachbildung der zusammengesetzten Organismen, die man deshalb die höheren nennt, ist,

die ebenfalls Arbeitsteilung und „Organe" hervorzubringen versteht, keinesfalls aber ein letztes und einfachstes sei.

Der größte Erforscher der Urwesen, Ehrenberg, hat sein ganzes Leben hindurch die Ansicht verfochten, daß auch die Infusorien „vollkommene Organismen" seien, denen es an keiner Fähigkeit gebricht, die wir bei den höheren Tieren bewundern. In einem gewissen Sinn müssen wir ihm wieder recht geben. Die einzelnlebende Zelle ist nicht immer ein bloßer Tropfen des Lebensstoffes (Protoplasma) wie im Fall der Amoebe, sondern meist ein höchst wunderbarer und vielverwickelter Mechanismus. Der Einzeller ist auch durchaus nicht immer so klein, wie man dies, abgeleitet von dem Umstand, daß schon das kleinste Insekt aus vielen Millionen Zellen besteht, voraussetzt. In den heimischen Gewässern treibt eine ganze Anzahl Infusorien ihr Spiel, die man auch ohne Vergrößerungsglas sehr wohl sehen kann. Die Glockentierchen (Vorticellen) und Trompetentierchen (Stentor) sind, wenn nur ein paar Dutzend auf einer Wasserpflanze oder einem Schwimmkäfer sitzen, sehr wohl als weißer Schimmel kenntlich, das größte der deutschen Aufgußtierchen (Spirostomum ambiguum), das man regelmäßig in schattigen pflanzenlosen Waldtümpeln findet, in denen viele abgefallene Blätter faulen, ist über 1 mm lang, mit freiem Auge also wohl zu sehen. Die jedermann bekannten Fadenalgen (Conferva, Spirogyra, Mesocarpus) sind aneinandergereihte lange Zellen. Und vor allem sind die Linsensteine, aus denen die Baublöcke der ägyptischen Pyramiden errichtet sind, nichts anderes als die Kalkschalen von Einzellern aus der Gruppe der Nummuliten. Die einzelne Schale hat bis zu 2—6 cm Durchmesser, ist also größer denn ein Taler! Man darf demnach nicht sagen, daß die Zellen stets mikroskopisch klein seien. Ebenso wenig, daß die einzelligen Urwesen ureinfach sind. Wohl ist an einem Bakterium, etwa einem Micrococcus, das den tausendsten Teil eines Millimeters zum Durchmesser hat, nichts zu erkennen, als ein farbloses Kügelchen. Dies ist jedoch die Ausnahme und nicht die Regel und es gibt genug Naturforscher, die der Ansicht sind, ein Bakterium sei gar keine Zelle — eben weil es so klein und einfach ist.

Gewöhnlich sind die Einzeller so einfach oder hochorganisiert, so winzig oder so groß, wie es ihre Lebensumstände erlauben oder fordern. Gewöhnlich sind sie ganz anders, viel „befähigter" als die Zellen in den Tieren und Pflanzen. Diesen Satz gilt es nun zu beweisen.

Die Einzeller, die in der feuchten Erde unter Moosen wohnen, sind ein gutes Beispiel dafür. Wenn man aus einem



Wimperinfusorien. Links oben = Euplotes Patella, darunter Stentor Roeselii. — Zweite Reihe darunter = Halteria grandinella, eine Zelle von Epistylis Umbellaria. — Dritte Reihe oben = Oxytricha pellionella, unten Vorderende von Dileptus anser. — Vierte Reihe oben = Sphaerophrya magna, die 5 Cyclidium Glaucoma gefangen hat. — Unten = Spirostomum ambiguum.

(Nach Bütschli.)



angefeuchteten erdigen Moosräschen einen Tropfen herauspreßt, findet man darin stets die auf S. 25 abgebildeten Lebewesen.

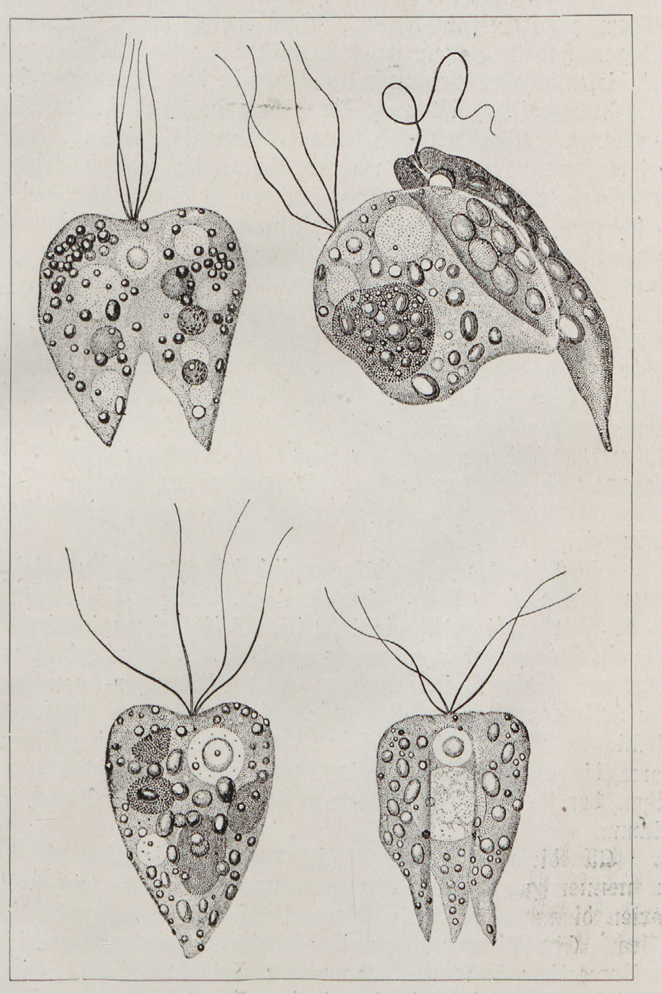
Diese Wesen sind alle Wurzelfüßler, d. h. als Bewegungs- und Ernährungsorgane strecken sie alle aus ihrem Plasma Fäden und Lappen heraus, mit denen sie geeignete Bissen an sich heranziehen. Neben einfachen Amöben gibt es hier solche, die aus Gesteinssplittern, Kieselkörnchen (Difflugia) oder selbstzubereiteten Plättchen (Euglypha) und Häuten sich Gehäuse erbauen (Nebela und Arcella). Solches ist in Zusammenhang mit ihrer Lebensweise. Der Moosrasen vertrocknet häufig und seine auf das Wasser angewiesenen Bewohner müßten sterben, hätten sie nicht die oben angegebenen Schutzmittel. Sogar die Moosamöbe (Amoeba terricola) hat sich an diesem Wechsel von feucht und trocken anpassen können, denn sie ist nicht dünnflüssig wässerig wie ihre im Wasser lebenden Gattungsgenossen, sondern starr, man könnte sagen verhärtet, so daß sie Trockenheit erträgt, ohne Schaden zu nehmen. Das Schutzbedürfnis hat die Wurzelfüßler dazu gebracht, den Formenkreis der Urform zu überschreiten. Wenn es viele von ihnen auch auf dem Grunde von Seen gibt (der Schweizer Forscher E. Pénard hat Hunderte von Süßwasserrhizopoden aus dem Uferschlamm des Genfer Sees beschrieben), so sind sie dort doch nicht weniger schutzbedürftig und somit ist das kein Gegenbeweis. Man hat sich noch zu wenig mit diesen anziehenden Moosbewohnern befaßt und wer sie in Hinsicht auf ihre Lebensweise liebevoll erforschen würde, wird unbedingt viel interessantes entdecken.

Die Urwesen im Wasser sind in Bau und Fähigkeiten nicht minder das Spiegelbild ihrer Lebensweise. Nichts pflegt den Anfänger in der Infusorienkunde so sehr anzuziehen als die neckische Beweglichkeit dieser Wesen. Diese ist jedoch stets der Ausdruck der Lebensweise. Wenn Aufgußtierchen vom Raube leben, sind sie stets beweglicher, als wenn sie, mit überall vorhandener und keinen „Widerstand“ leistender Nahrung, also mit Pflanzen oder Fäulnisstoffen vorlieb nehmen. Das S. 33 abgebildete Geißelwesen Collodictyon ist z. B. überaus hurtig. Es fängt andere Infusorien, muß sie daher an Ausdauer und Gewandtheit übertreffen. Die Amöben dagegen, die faulende Stoffe und Kieselalgen verzehren, schleichen schon träge umher. Und die Kleinpflanzen, die sich durch Assimilation nähren, unternehmen überhaupt nur dann Bewegungen, wenn es ihre Fortpflanzung fordert, oder wenn sie das lebenspendende Licht aufsuchen müssen. Zu diesen Bewegungen gehören nun allerdings auch passende Organe und so verstehen wir hier wieder, warum die Einzeller anders gestaltet sein müssen als Zellen im Gewebsverbande.

Es verrät eine wunderbare „Freiheit“ der Gestaltung, daß nicht alle Einzeller ihr Bewegungsbedürfnis mit den gleichen Mitteln befriedigen. Man vermag es sich in der Phantasie gar nicht auszumalen, welche Bewegungsorgane die Zelle hervorgebracht hat. Schon die einfache Amöbe ist befähigt, ihre „Scheinfüßchen“ auf die mannigfaltigste Art umzubilden. Auf breiter Fläche, also namentlich auf dem Objektträger im flach ausgebreiteten Tropfen kriecht sie allerdings nur wie eine Schnecke auf breiter Sohle. Man kann es jedoch auch beobachten, daß sie sich wie eine Spannerraupe bewegt, das Vorderende gewissermaßen festsaugt, dann mit dem Hinterende nachrückt, worauf wieder der Vorderteil aufs neue vorgestreckt wird. Prof. Möbius hat beobachtet, daß eine Amöbe auf einem haardünnen Pflanzenstengel wie eine Raupe mit mehreren Paaren griffelartiger Fortsätze emporkletterte, und in stehenden Gewässern finden sich nicht selten Mastigamöben, die einen ihrer langen spitzen Scheinfüße wie eine Geißel benutzen und damit das Wasser peitschen, wodurch sie sich rasch fortbewegen. Es gibt an den gleichen Orten sogar einen Einzeller (Dimorpha mutans), der wie ein Wechseltierchen träge, langstrahlige Fortsätze aussendet, sie aber plötzlich einzieht und nun mit zwei Geißeln schnell umherschwimmt. (Bild S. 42.)

Wahre Meister in der Bewegung sind alle Geißelwesen. Sie strecken bald eine (Euglena), bald zwei (alle Volvocineen), aber auch vier (Tetramitus) oder sechs (Hexamitus) der feinen Bewegungsfäden aus, unter Umständen ziert sie ein ganzer Schopf solcher beweglicher Haare, wie man das an dem im Darm der Küchenschaben lebenden Infusorium kennt, das man Lophomonas blattarum nennt. Diese Geißeln sind noch immer ein Rätsel für die Naturforschung. Man weiß nicht, woher sie ihre Bewegungskraft haben. Sie sind ein einfacher Plasmafaden, der nach manchen Beobachtern aus dunkleren und helleren Teilen zusammengesetzt sein soll, im Bau daher einigermaßen an die quergestreiften Muskeln der höheren Tiere erinnert, deren „Kraft“ wir schließlich auch noch als gegebene Tatsache hinnehmen müssen. In einigen Fällen hat man einen gewissen Anhaltspunkt daran, daß die Geißeln unmittelbar aus dem Zellkern zu entspringen scheinen, denn man weiß schon seit längerem, daß dieser das „Energiezentrum“ der Zellen darstellt. In einem Fall hat man darüber etwas ganz wunderbares beobachtet. Die an den schlammigfeuchten Ufern von Teichen oftmals an der Luft wachsende Alge Vaucheria kann aus ihren langen Fäden einen Teil des Inhaltes als bewegliche „Zoospore“ aussenden. Eine solche Zoospore ist groß und grün, streckt viele hundert

Geißeln aus, mit deren Hilfe sie einige Stunden rasch umherschwimmt, bis sie einen geeigneten Keimplatz gefunden hat.



Collodictyon triciliatum, eine Euglena aussaugend.
Stark vergrößert. Nach Originalen des Verfassers gezeichnet von Dr. G. Dunzinger.

Dann zieht sie die Geißeln ein, und wenn sie sich vorher wie ein Tier benommen hat, so wird sie nun wieder zur Pflanze, wächst zu langen unbeweglichen Fäden aus und lebt als Alge weiter.

An derartigen Zoosporen wurde beobachtet, daß sie zahlreiche Zellkerne besitzen, die von dem Zentrum der Spore an deren Rand wandern. Sind sie dort angelangt, wachsen aus jedem Zellkern zwei Geißeln hervor. Nachdem sie einige Stunden geschlagen haben, ziehen sie sich wieder in den Zellkern zurück und dieser wandert sodann neuerdings in das Innere der Spore.

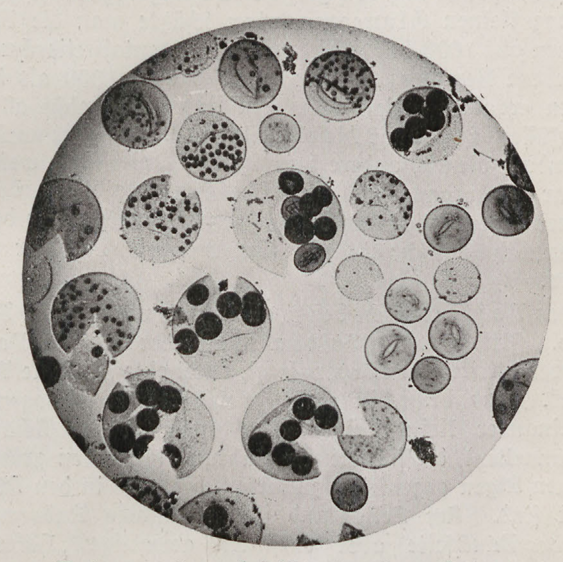
Unbegreiflich ist auch die „Koordination“ dieser Geißelbewegung. Man versteht darunter die Erscheinung, daß die Geißeln, wenn eine Zelle mehrere besitzt, sich nicht miteinander verstricken, auch nicht regellos, sondern in einem gewissen Takt so schlagen, daß hieraus geordnete und geschickte Schwimmbewegungen hervorgehen. Dies ist unter Umständen ein sehr großes Kunststück. Man bedenke z. B. folgende Tatsache: Volvox Globator ist ein geselliges Geißelwesen. Die Einzelzellen haken sich zu einem Verband zusammen, der eine hohle Kugel darstellt. Es gibt solche, bei denen sich 20000 Einzelzellen vereinigen. Jede Zelle schlägt mit zwei Geißeln, woraus sich ermessen läßt, welch hochgradige Koordination dazugehört, um eine Barke mit so vielen Ruderern nicht nur von der Stelle zu bringen, sondern sie so elegant und sicher zu lenken, wie man es an dem in pflanzenreichen Tümpeln gar nicht so seltenen Volvox jederzeit beobachten kann (siehe das Bild).

Die Geißelzellen beschränken sich jedoch nicht auf diese Bewegungen allein. Wenn eine Euglena, die sehr lichtempfindlich ist, in Dunkelheit gerät, zieht sie ihre Geißel ein und kriecht nun wie ein Wurm umher, offenbar nach dem Lichte suchend. In dem Blut von Fischen, leider auch in dem des Menschen (wenn er von der Schlafkrankheit befallen wird, die im Innern Afrikas viele Millionen Menschen tötet), leben ebenfalls Flagellaten (Trypanosoma), die aus feinstem Protoplasma eine Art Rückensaum besitzen, den sie beim Schwimmen so benützen, wie ein Molch seinen Kamm.

Alle diese wunderlichen Bildungen sind jedoch noch einfach zu nennen gegen die Bewegungsorgane der eigentlichen Infusorien, die man danach als Wimpertierchen (Ciliaten) zu bezeichnen pflegt. Ein Wimpertierchen ist eigentlich nichts anderes als eine freibewegliche Zelle mit sehr vielen Geißeln. Jede „Wimper“ (Zilie) benimmt sich wie ein winziger Muskel und alle zusammen verfügen über eine Koordination, die man wohl bestaunen, aber derzeit noch nicht erklären kann.

Die Kenner der Wimpertierchen unterscheiden vier große Gruppen: Holotricha, wenn der ganze Körper gleichmäßig mit Wimpern bedeckt ist (Pantoffeltierchen), Hypotricha, wenn sich Zilien nur auf der beim Kriechen erdwärts gekehrten Seite

finden (Muschheltierchen). Heterotrich sind jene, bei denen um den Mund ein besonderer Kranz, außerdem auf dem übrigen Körper Haare stehen (Trompetentierchen, siehe das Bild). Peritrich sind schließlich jene, die nur um die Mundöffnung mit Wimpern geziert sind. Als ihr Beispiel diene das gewöhnliche Glockentierchen (Vorticella.) Schon aus dieser Aufzählung kann man die Mannigfaltigkeit der Verhältnisse ermessen, auf die ich hier die Aufmerksamkeit lenken will. Im einzelnen ist sie einfach unbeschreiblich.



Volvox minor bei schwacher Vergrößerung.
(Nach einem Präparat des Biolog. Institutes in München, photogr. von H. Dopfer.)

Wenn man in einem Aufguß, den man sich sehr leicht dadurch herstellen kann, daß man Wiesenpflanzen in Wasser faulen läßt und dazu etwas Straßenstaub und Tümpelwasser fügt, die Menge der sich einstellenden Aufgußtierchen unter dem Mikroskop durchmustert, sieht man gewöhnlich Vertreter aller der oben genannten Ordnungen. Die einen springen wie Heupferdchen, die anderen rollen umher, wieder welche wälzen sich; diese sitzen still und strudeln nur mit dem Mundhärchen, jene klettern und laufen auf Algenfäden wie Insekten, schießen blitzschnell durch den Tropfen oder rasen taumelnd etwa wie die kleinen Wasserkäfer auf den Teichen. Es herrscht so viel Bewegung, Leben und Verwirrung, daß es wirklich anmutet wie ein „köstlicher Tanz“, als welchen

einst Goethe das Treiben der ihn außerordentlich interessierenden Infusorien bezeichnete.

Betrachtet man nun eines dieser allzulebendigen Zellchen in Ruhe, was man ganz leicht durch Zusatz von etwas Quittenschleim zu infusorienhältigem Wasser erreichen kann*), sieht man erst, welch erstaunliche Vielheit von Bewegungsorganen es hervorbringen konnte. An einem der gewöhnlichsten aller Wimperinfusorien, dem Muscheltierchen (Stylonichia mytilus und pustulata), hat Ehrenberg 170 große Bewegungsorgane gezählt. An den ganz kleinen Glaucomaarten schätzte man die Zahl der Wimpern auf 1000 und von den großen Pantoffeltierchen liegen verschiedene Berechnungen vor, die 350 bis 14000 als äußerste Grenzen ergaben. Diese Wimpern sind jedoch nicht alle gleich und erfüllen auch nicht dieselbe Aufgabe. Es gibt welche, die zum Rudern dienen, andere betätigen sich wie Füße, welche sind offenbar Tastorgane und um den Mund gibt es bei allen Wimpertierchen Zilien, die besonders zur Erleichterung der Nahrungsaufnahme geeignet sind. Ein Beispiel möge hier für alle sprechen.

Das Muscheltierchen besitzt allein vier verschiedene Wimperorgane. (Bild S. 21.) Zu dem Mund, der auf der Bauchseite im oberen Drittel des Körpers liegt, leitet eine „adorale Wimperspirale". Das heißt, in einem wohlberechneten Bogen stehen nebeneinander kleine flügel- oder messerförmige Schaufelchen (Membranellen), die sich die als Nahrung dienenden grünen und kieseligen Algen gegenseitig zuwerfen, bis diese in den Mund befördert sind. Am Seitenrand stehen einfache Ruderwimpern. Auf der Bauchseite aber entfalten gewaltige „Haken" und „Griffel" ein etwas unbehaglich anmutendes Leben. Am Hinterende stehen sie starr und steif, die übrigen greifen um sich und wenn man ein Muscheltierchen an einem Algenfaden entlanglaufen sieht, erkennt man erst die Funktion der Haken. Sie werden gleichsam wie Kletterfüße gebraucht. Neben diesen „Zirren", wie man solche dicke Wimpern wissenschaftlich nennt, gibt es aber auch noch drei lange und starre Tastborsten am Hinterende der Zelle, denen die neuere Wissenschaft eine ähnliche Funktion zuschreibt wie den Schnurrhaaren der Katze. Es gibt ein allerliebstes Infusorium, namens Halteria grandinella (Bild S. 29), das in allen Aufgüssen zu finden ist. Um den kugeligen Leib trägt es einen Gürtel solcher langer Tastborsten und wenn es damit irgendwo anstößt, macht das Zellchen einen mächtigen

---

*) Man bereitet ihn am besten, wenn tags zuvor in kaltes Wasser einige Quittenkerne gebracht werden.

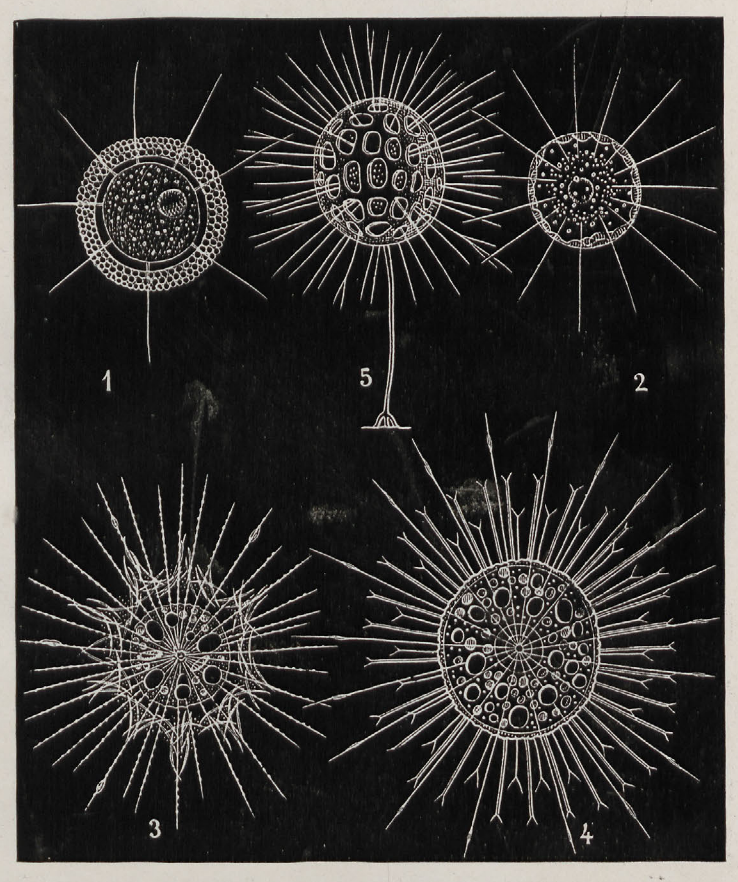
Sprung. So hüpft es stets durch das Wasser, als ob es hochgradig empfindlich wäre.

Außer diesen Zilien, Membranellen, Zirren und Tastborsten, die sich mehr oder minder bei sämtlichen Wimpertierchen finden, gibt es auch noch lange feine Plasmablätter, sogen. undulierende Membranen, deren Aufgabe es ist, die Nahrung dem Munde zuzuleiten oder gar zu ergreifen. An einem sehr häufigen Aufgußtierchen, das nie zu fehlen pflegt, wenn man Heu mit Wasser übergießt (Pleuronema Chrysalis Ehrb.) kann man dieses erst ungenügend bekannte Organ jederzeit leicht beobachten (Bild S. 21).

Diese Tierchen sind also für ihre Lebenszwecke vollständig zureichend ausgerüstet und in ihrer Art nicht weniger vollkommen als der Mensch mit seiner Kultur. Zu der gleichen Überzeugung gelangt man, wenn man ihre sonstigen Hilfsmittel betrachtet, durch die sie sich ihr Leben erleichtern. Solche Untersuchungen sind nicht nur der Augenweide halber unendlich anziehend, sondern auch, weil es stets zu höchster Bewunderung herausfordert, wie einfach und doch zweckgerecht die Bedürfnisse von so scheinbar hilflosen und winzigen Wesen befriedigt werden. Betrachten wir z. B. nur einmal ihre Nahrungsaufnahme. Von den pflanzlich lebenden Urwesen kann man hierbei absehen, da sie die Ernährung auf rein chemischem Wege besorgen und hierzu nur eines Apparates, nämlich des Blattgrüns bedürfen, wenn sie nicht nach Art der schmarotzenden oder von Fäulnisstoffen lebenden Flagellaten, die nährenden Säfte durch ihre ganze Oberfläche aufsaugen. Aber schon der Chlorophyllapparat ist auf das Erstaunlichste entwickelt, um jederzeit leistungsfähig zu sein. Gewöhnlich besteht er bei den Uralgen und Geißelingen aus einer rein grünen, verschiedengestalteten Scheibe. Wenn die Zelle unter ungünstige Lebensverhältnisse gerät, ändert ihr Blattgrünkörper mit Vorliebe die Gestalt. Gewöhnlich zerfällt er in einzelne kleine schuppenförmige Blättchen, so wie wir sie in den Blättern der höheren Pflanzen zu sehen gewohnt sind. Und wenn ihre Gestalt dort von den Botanikern als Anpassung aufgefaßt wird, durch die sich die Zelle befähigt, ihr Blattgrün auf das Günstigste zu verteilen, so ist es wohl nicht zu kühn, die gleiche Erscheinung bei den Einzellern in gleicher Weise zu deuten. Als Anpassung muß man es wohl auch auffassen, daß viele einzellige Algen nicht rein grün, sondern bläulich (z. B. die auf dem Schlammgrunde der Gewässer lebenden Chrookokkusalgen), gelbbraun (alle Kieselalgen und viele Flagellaten) oder olivenfarbig, unter Umständen sogar blutrot oder violett sind. Solche rote Einzeller haben oft den Aberglauben wachgerufen, wenn sich Teiche oder Gefäße

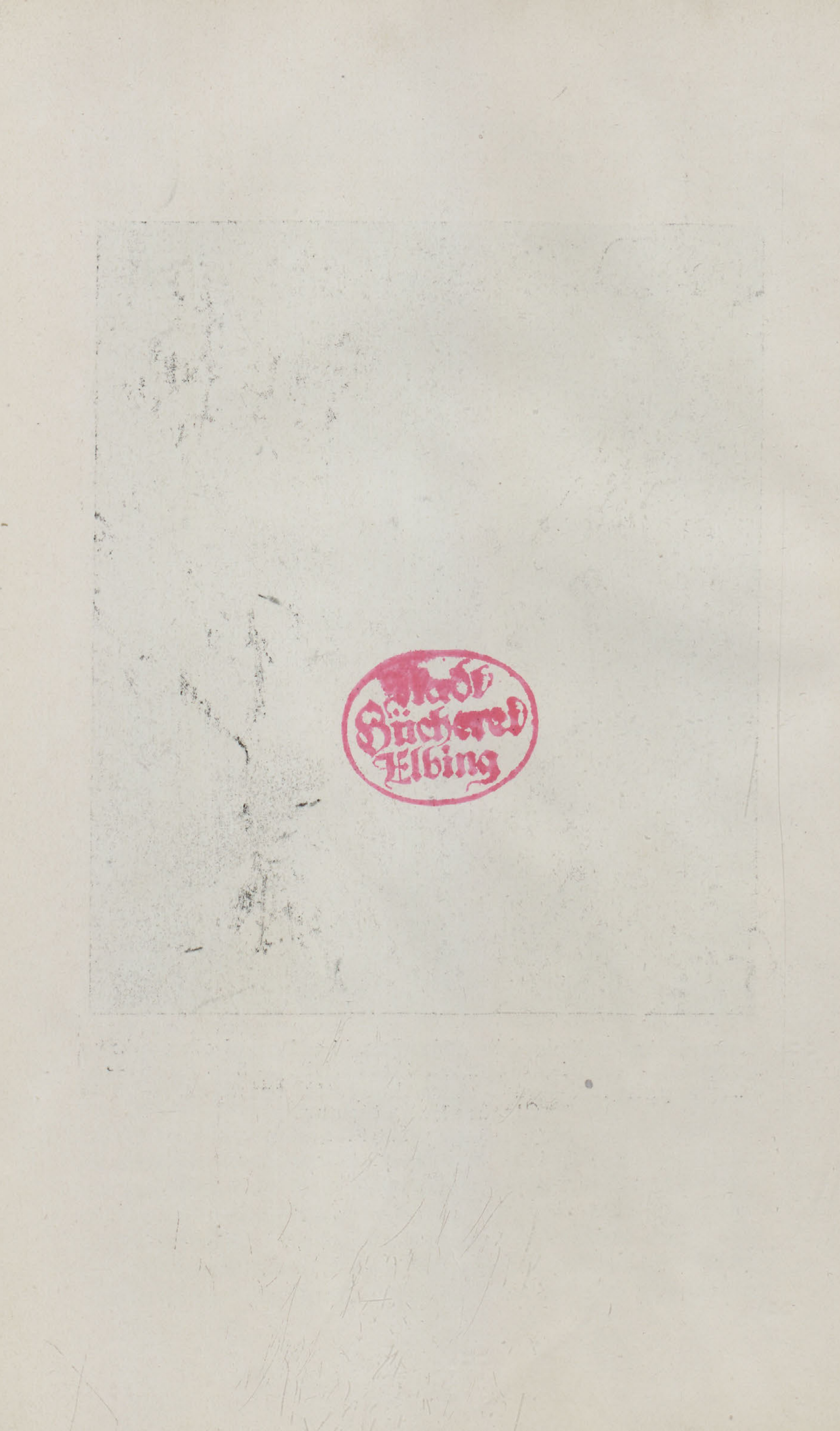
mit Regenwasser auf Kirchhöfen plötzlich rot färbten. (Solches ist z. B. auf dem nördlichen Friedhof zu München der Fall.) In diesen Fällen handelt es sich entweder um einen Änderling (Euglena sanguinea), der eigenmächtig seinen grünen Farbstoff in einen roten verwandeln kann, oder um die Blutalge (Haematococcus lacustris), die in einer verwandten Form den Schnee auf den Alpenfirnen und in den Polarländern manchmal rosig färbt. Es ist nicht schwer, es sich vorzustellen, daß der rote Farbstoff vor Kälte oder zu viel Hitze schützen soll und daraus läßt sich folgern, daß wohl auch die gelbe Farbe der Kieselalgen usw. ein Schutzmittel gegen Schädigungen darstellen kann. Sicheres hierüber wissen wir allerdings noch nicht.

Die tierisch lebenden Einzeller, die sich mit Gewaltanwendung ihrer Nahrung bemächtigen müssen, haben dazu natürlich angesichts der so verschiedenen Lagen, in die sie das Leben versetzt, die sonderbarsten Mittel anwenden müssen. Wie es die Amöben und die tierisch lebenden Flagellaten anstellen, wissen wir schon; die merkwürdigsten Lebensbilder entrollen sich jedoch, wenn wir nun auch die Ernährung der Sonnen- und Wimpertierchen beschreiben sollen. Einen Vertreter der Sonnentierchen (Heliozoën), die man, wenn auch fälschlich Süßwasserradiolarien zu nennen pflegt, kann man sich leicht verschaffen, wenn man aus krautreichen Tümpeln die grüngelben Algenmassen untersucht, die gewöhnlich auf der Oberfläche treiben. Auch Moorgräben enthalten regelmäßig welche und noch dankbarer sind schattige, stehende Waldgewässer, in denen Blätter modern. An solchen Orten ziehen still wie winzige weiße Flöckchen das kleine Sonnentier (Actinophrys sol) oder sein großer Verwandter (Actinosphaerium Eichhorni) durch das Wasser, die anbei abgebildete Acanthocystis schwimmt zwischen Wasserpflanzen oder eines der schönsten aller heimischen Urwesen, Clathrulina elegans (siehe das Bild) heftet sich an verwesenden Blättern an. Es birgt seinen zarten Leib in einer reizenden durchbrochenen Gitterkugel und streckt daraus nach allen Seiten die spitzen Scheinfüßchen. In diesen „Pseudopodien“, die bei den Sonnentieren stets ein starres Stäbchen als Stütze umschließen, fließt und wallt die lebende Substanz. Kleine Körnchen wandern durch eine innere geheimnisvolle Strömung an den Stäben auf und ab, sie wimmeln durcheinander, überholen sich, kehren um, wenn sie am äußersten Ende ihrer Bahn angelangt sind und verraten so, welches Leben das winzige, im besten Fall kaum mohnsamengroße Wesen durchpulst. Es treibt mit seinen Scheinfüßchen umher wie eine wandernde Spinne, die ein Netz aufgeschlagen hat. Ein Algenschwärmer oder ein kleiner Geißeling rennt in seiner Hast gerade



Sonnentierchen (Heliozoen) des Süßwassers. 1 = Pompholyxophrys exigua. — 2 = Pinaciophora fluviatilis. — 3 = Raphidiophrys pallida. — 4 = Acanthocystis turfacea. — 5 = Clathrulina elegans.

(Mäßig vergrößert.) Nach Blochmann.

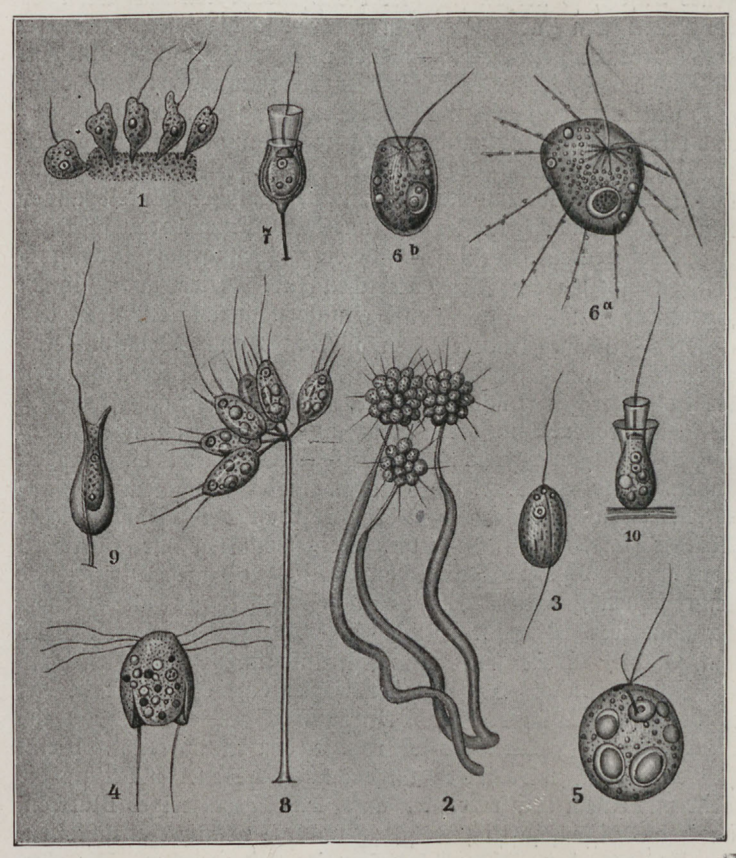


mitten in dieses Fadengewirr hinein. Im Nu ist er daran festgeheftet. Er klebt offenbar wie der Vogel an der Leimrute. Und so wie die Tentakeln am Blatte des Sonnentaus über ein gefangenes Insekt, so neigen sich hier die Pseudopodien langsam über die Beute. Ein Faden nach dem anderen schmiegt sich daran, sie bauen ordentlich ein Gefängnis darum aus verschränkten Spießen. In ihnen muß jedoch auch tötlicher Verdauungssaft sein, denn bald stellt die gefangene Zelle jede Bewegung ein, sie wird geätzt und mißfarben und langsam strömt sie entlang der Fangfäden in den schaumigen Leib des Räubers. Dort wird sie ganz unkenntlich; es bleibt nur mehr ein unverdaulicher dunkelbrauner Klumpen, der nach gewisser Zeit aus dem Körper herausfällt.

Noch dramatischer spielt sich die Nahrungsjagd der ihresgleichen fressenden Wimpertierchen ab. Viele von ihnen schwimmen nämlich ihrer Beute einfach nach, wie ein Hecht den anderen Fischen. Andere legen allerdings auch „Leimspindeln" aus und verlassen sich auf den Zufall. Zu den ersteren gehören die Kesseltierchen (Didinium nasutum), die so gefräßig sind, daß sie sogar größere Infusorien gleich als ganzes verschlingen, nachdem sie die Opfer mittels eines vorstreckbaren Rüssels eingefangen haben. (Bild auf S. 21.) Es kommen hierbei namentlich Pantoffeltierchen (Paramaecium) in Betracht, die selbst wieder Mörder sind, wenn sie auch für gewöhnlich nur Bakterien verzehren. Ihr Verhalten dabei ist für alle Wimpertiere kennzeichnend, darum soll es als Beispiel für alle dienen. Paramaecium ist geformt wie ein winziger Pantoffel. (Bild auf S. 21.) Dort wo man hineinschlüpft, hat die Zelle die Mundöffnung. Es zieht dort sogar eine Art Rohr in das Leibesinnere, Wimpern sind ringsum so angeordnet, daß ihr Schlagen ständig einen Wasserstrom in den Mund leitet. Wenn sich darin einige Bakterien angesammelt haben, schluckt sie die Zelle mit einem Wassertropfen auf. In ein wässeriges Bläschen, das man wissenschaftlich Nahrungsvakuole nennt, eingeschlossen, wandert nun der „Bissen" langsam im Leibe umher. Die Einzeller haben also keinen Magen, ihr Körperinneres wirkt als Ganzes wie ein Magen, denn alle verschluckten Gegenstände werden, soweit sie verdaulich sind, zerlöst. Wenn die Vakuole auf ihrer Wanderung an einer gewissen Stelle angekommen ist, tritt sie und ihr Inhalt aus dem Körper heraus; es ist demnach ein regelrechter After vorhanden.

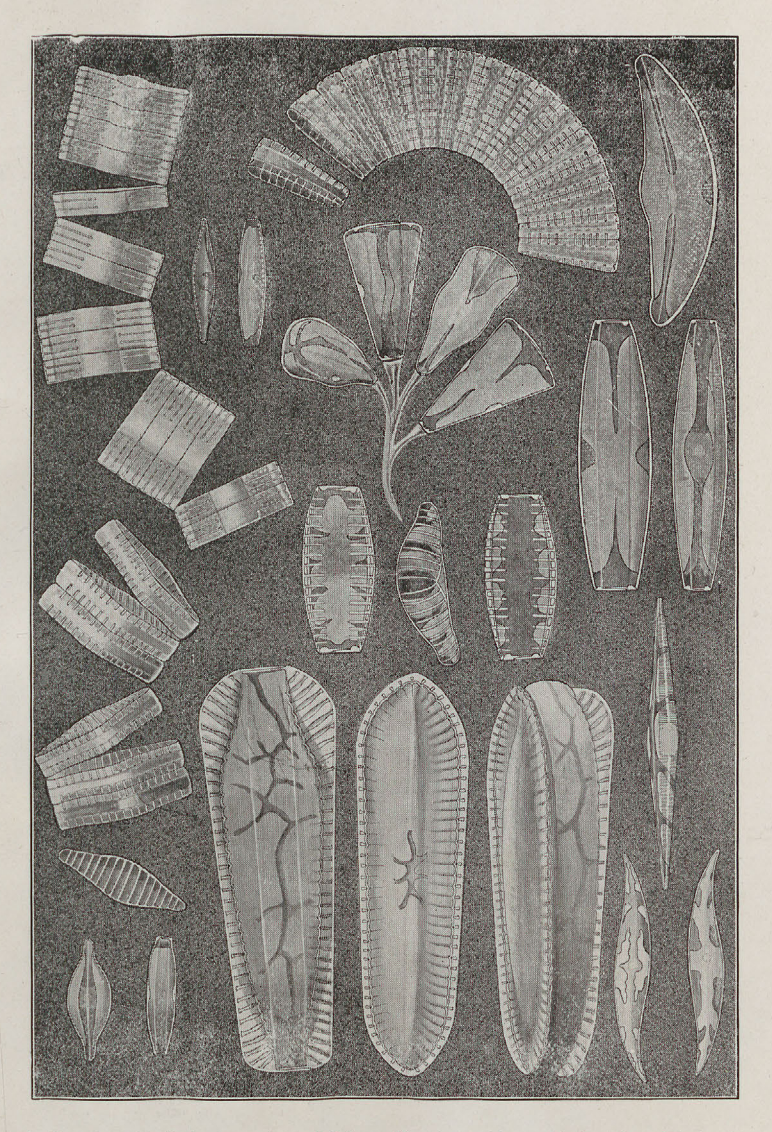
Dieses Grundschema ist aber nicht immer so einfach. Nur bei den schmarotzenden Wimpertierchen wird es noch mehr vereinfacht. Solche findet man z. B. regelmäßig in der Kloake der Frösche. Große ovale und holotriche Infusorien (Opalina rana-

rum) tummeln sich an diesem unappetitlichen Ort in großer Anzahl. (Bild S. 21.) Da sie die Jauche, von der sie sich nähren, mit der ganzen Haut aufsaugen, brauchen sie auch



Flagellaten. 1 = Oikomonas termo. 2 = Anthophysa vegetans. 3 = Bodo ovatus. 4 = Hexamitus inflatus. 5 = Monas guttula. 6 = Dimorpha mutans in zwei Stadien. 7 = Salpingoeca sp. 8 = Codonosica botrytis. 9 = Bicosoeca lacustris. 10 = Diplosiga frequentissima.
(Nach Blochmann.)

keinen Mund. Andere aber haben ihn wohlausgebildet und mit einem Schnurrbart von Mundwimpern geziert. Manchmal läuft der Mund als breite Spalte über den hellen Körper, so bei dem sehr großen Infusor Bursaria truncatella



Lebende Kieselalgen der Süßwassersümpfe. Links oben Tabellaria, darunter Diatoma — unten Navicula in zwei Ansichten. Zweite Reihe Nitzschia in zwei Ansichten. Daneben zu einem Bogen vereinigt Meridion, darunter das fächerförmige Gomphonema. In der Mitte Epithemia. Darunter in drei Ansichten Surirella, in drei Ansichten, um die Form der Chromatophoren zu zeigen, darunter Synedra, rechts unt. Gyrosigma(-Pleurosigma) in zwei Ansichten.

(Nach der Natur gezeichnet von Dr. G. Dunzinger.)



O. F. M., das in krautigen Sümpfen lebt. (Bild S. 21.) Manchmal ist ein regelrechtes Lippenpaar vorhanden und sehr häufig ist nicht nur der Mund eingesenkt, sondern von ihm geht ein langer gebogener Schlund tief in die Zelle hinein. So sind die allerliebsten Glockentierchen (Vorticella, Epistylis und Zoothamnium) in dieser Hinsicht gebaut wie manches höhere Tier. Ihr Mund leitet zu einer Vorhöhle, in der Flimmerhaare schlagen wie in der menschlichen Luftröhre, in die aber auch der After mündet. Von da aus senkt sich dann noch ein langes gebogenes Schlundrohr sehr tief in das Leibesinnere. Bei anderen Infusorien hat sich ein Schlingorgan gebildet, das man als „Reusenapparat" bezeichnet hat. An dem Infusor Chilodon cucullulus, das man in Aufgüssen jederzeit beobachten kann, ebenso an einem ganz ent-

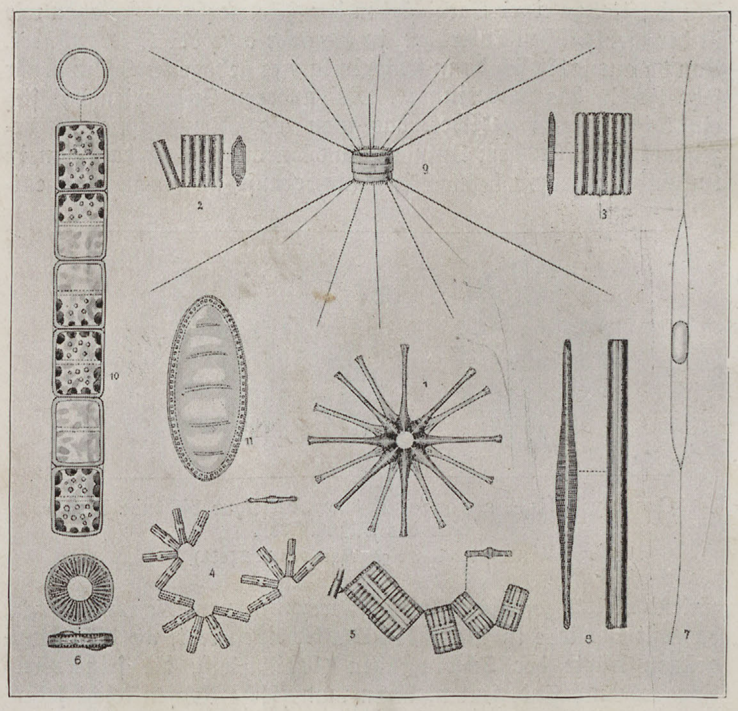


Campylodiscus noricus, eine „Kieselgur bildende Kieselalge des Süßwassers".
(Nach der Natur gezeichnet von J. Iseli.)

zückend violett gefärbtem Aufgußtierchen namens Nassula ornata, das mit Vorliebe in fließenden Wasserstellen lebt, wo die braungrünen Bärte der Schwingfäden (Oscillarien), die seine Lieblingsnahrung sind, fluten, kann man solche Reusen leicht sehen. (Siehe das Bild auf S. 21.) Aus feinen, oft vergitterten Stäbchen ist ein festes Rohr erbaut, das aus der Zelle ein Stückchen hervorgestoßen wird, wenn sie etwas verschlucken will. Dieses Organ scheint als Stütze des Mundes zur Erleichterung des Schlingens zu dienen, denn es findet sich nur bei solchen, die sehr große Bissen aufnehmen. Nassula verschluckt z. B. lange Schwingfäden, die es im Innern aufrollen muß und stopft sich zuweilen damit so voll, daß es fast kaum mehr schwimmen kann.

Aber nicht nur die Wimpertiere entwickelten sonderbare Ernährungsorgane, sondern auch die Geißelinge. Bringt man aus einem Weiher sehr viel Algenfäden mit wenig Wasser nach Hause, so fault das Material bald. In solchem faulenden Wasser finden sich stets Kragenmonaden (Craspedomonaden). Sie sind

glashell und winzig klein, so daß sie auch der geübte Beobachter leicht übersieht. (Bild S. 42.) Diese Einzeller sitzen mit Stielen an Algen fest und fangen Bakterien auf folgende Weise: Mit einer langen Geißel erzeugen sie einen Wirbel im Wasser. Am Grunde der Geißel aber entsenden sie eine dütenförmig aufgerollte Plasmahaut, die wie ein Trichter oder Kragen emporsteht. Die Bak-



Kieselalgen des Planktons. 1 = Asterionella formosa. — 2 = Fragilaria virescens. — 3 = Fragilaria capucina. — 4 = Tabellaria fenestrata. — 5 = Tabellaria flocculosa. — 6 = Cyclotella Kützingiana. — 7 = Rhizosolenia longiseta. — 8 = Synedra Ulna. — 9 = Stephanodicus Hantzschianus. — 10 = Melosira varians. — 11 = Cymatopleura elliptica. (Nach Schönichen und Schawo.)

terien schleudern sie mit ihrer Geißel in den Trichter, aus dem die Nahrung von Zeit zu Zeit aufgenommen wird.

Wen kann es daher wundernehmen, wenn sich gerade mit Hinsicht auf diese verwickelten Ernährungsverhältnisse manche Naturforscher nicht damit befreunden wollten, in den Infusorien die einfachsten aller Lebewesen zu sehen! Wenn wir heute noch

immer daran festhalten, daß sie trotzdem nur Zellen sind, so müssen wir dadurch den Begriff der Zelle und des Protoplasmas ganz gewaltig erweitern.

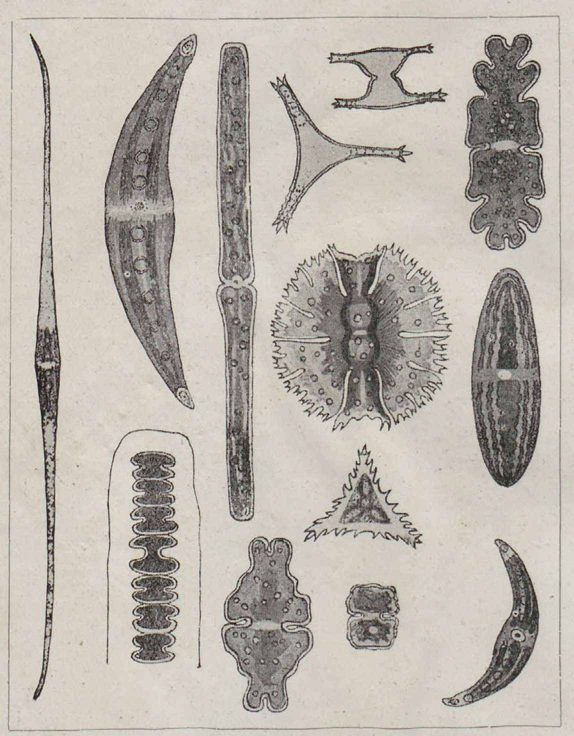
Das gleiche lehrt uns die Lebensweise der Urwesen, wenn wir ihre Schutzmittel, Sinnesorgane und sonstigen Hilfsmittel betrachten.

Einiges von den Schutzmitteln ist uns bereits entgegengetreten, als wir Moosbewohner suchten. Auch den aus Pflanzenhaut (Zellulose) mit eingelagerter Kieselsäure bestehenden Panzer der Kieselalgen kann man wohl als Schutz auffassen. Er schützt zwar nicht vor dem Gefressenwerden, wie man an manchen, mit Kieselalgen bis zum Platzen überladenen Infusor ersehen kann, aber er gewährt dem zarten Plasmaflöckchen, aus dem das Lebendige einer solchen Kieselalge besteht, doch Stütze und Schutz vor manchen anderen Fährlichkeiten. Diese verkieselten Schalen sind sogar den Zeiten überlegen; in manchen Sümpfen, wo sie sich Jahrtausende lang abgelagert haben, bilden sie mächtige, viele Meter dicke Schichten (sog. Bergmehl oder Kieselgur), die man in der Industrie nutzbar gemacht hat als Poliermittel und Füllung in Kühlschränken und ähnlichem. Da die Kieselablagerung in den Schalen sich nicht gleichmäßig, sondern nach bestimmten Gesetzen vollzog, die beinahe an die der Kristallbildung erinnert, entstanden auf den Schalen wunderbare Streifungen und Felderungen, durch die manche Kieselalgen (z. B. Pleurosigma und besonders die im Meere lebenden Formen) zu vielbewunderten Kunstwerken der Natur und Schaustücken des Mikroskopikers wurden.

Nicht weniger schön als sie sind aber auch viele andere Urwesen, von denen die meisten Menschen keine Kenntnis haben. Da wären zu nennen die Zieralgen (Desmidiaceen), die so vielfach gestaltet sind, daß man in der Umgebung einer einzigen Stadt in den Gewässern an 500 verschiedene Formen gefunden hat, von denen sich die häufigsten anbei im Bilde dargestellt finden. Eine solche Spindelalge (Closterium) oder ein Cosmariumzellchen ist ebenfalls durch einen Panzer geschützt, doch besteht dieser nicht aus Bergkristall (also Glas!) wie bei den mit ihnen verwandten Kieselalgen, sondern aus Pflanzenhaut mit eingelagertem Eisen! Die rostbraune Farbe der Zellhaut vieler Zieralgen verrät dies auch dem Beschauer; wenn man solche Urpflänzchen vorsichtig ausglüht, bleibt ein unverbrennliches eisernes Skelett übrig als Beweis der obigen Behauptung.

In harten Panzern, die oft noch mit Stacheln und ganz gewaltigen Dornen bewehrt sind, stecken auch manche Geißelinge. Einen davon, den die Wissenschaft als Trachelomonas bezeichnet

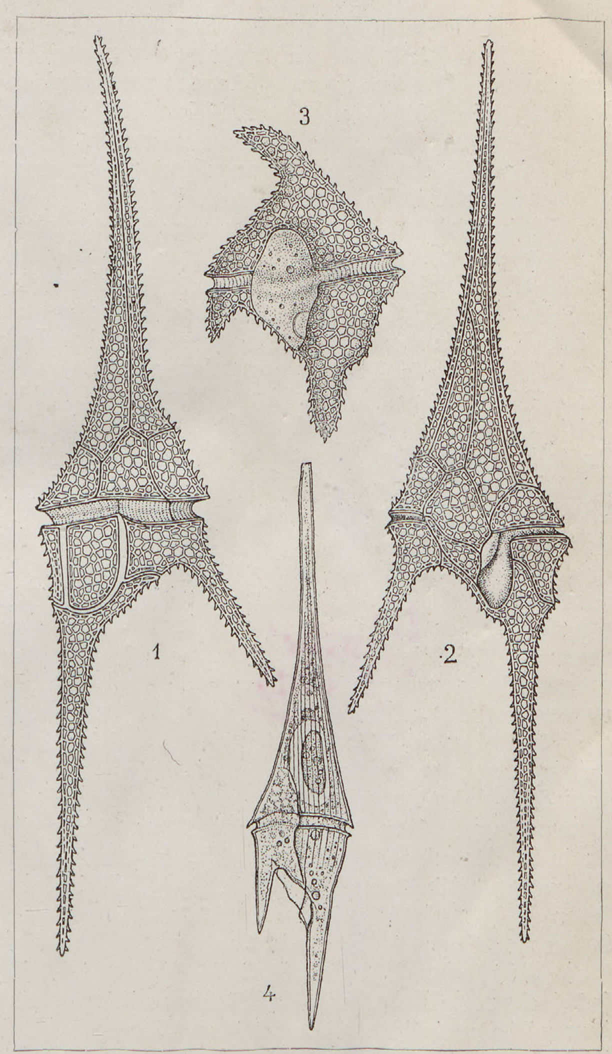
(siehe das Bild auf S. 23) kann man sich sonder Mühe aus pflanzenreichen Sümpfen verschaffen. Trachelomonas ist eine Euglena, die in einem selbsterbauten spröden kugel- oder flaschenförmigen



Zieralgen (Desmidiaceen). Links am Rande Closterium setaceum. Daneben oben Closterium moniliferum. Unten Sphaerozosma vertebralum. Daneben oben Pleurotaenium trabecula. Unten Euastrum affine. In der vierten Reihe oben Staurastrum gracile in zwei Stellungen. In der Mitte Micrasterias rotata. Darunter Staurastrum aculeatum. Unten Cosmarium Naegelianum. Letzte Reihe oben Euastrum oblongum. Darunter Penium Digitus. Unten Closterium Leibleinii.

(Nach Migula.)

braunen Gehäuse steckt, das vorne eine Öffnung hat. Panzer, die aus Platten zusammengesetzt sind wie eine Ritterrüstung, erbauen sich auch die sog. Dinoflagellaten, von denen man zwei Vertreter, das wie ein Ritterhelm geformte braune Peridinium



Ceratium-Arten. 1—2 = Ceratium hirundinella. — 3 = Ceratium cornutum. — 4 = Ceratium candelabrum aus dem adriatischen Meer.
(Nach Originalen des Verfassers gezeichnet von J. Iseli.)

und das mit schlanken Hörnern gezierte Ceratium hirundinella fast stets erlangen kann, wenn man das freie, klare Wasser eines Teiches oder Sees durch Löschpapiertrichter filtriert und den Rückstand im Kleinseher untersucht. (Bilder S. 49 und 51.)

Sogar die Wimpertierchen verschmähen nicht schützende Gehäuse. In gleicher Weise wie die Ceratien kann man ein Infusorium fangen, das in einem schönen urnenförmigen Gehäuse sitzt (Codonella), auf dem kleine Kieselsplitterchen aufgeklebt sind; es gibt auch ein Glockentierchen (Cothurnia crystallina), das sich eine lange Röhre erbaut, in die es zurückschlüpft, wenn ihm Gefahr droht.

Als Schutzmittel muß man sich wohl auch die aus Schleim bestehenden Futterale und Röhren erklären, in die sich die meisten Zieralgen hüllen und auch manche Kieselalgen (so z. B. die Cymbella-Arten) einschließen. Auch das vielbestaunte Verhalten der Glockentierchen (Vorticella wenn nur eine Zelle am Ende des Stieles sitzt, Zoothamnium wenn an verzweigten Stielen ein ganzes Bäumchen von Zellen hängt) dient dem Schutzbedürfnis. Diese Einzeller sitzen an einem langen Stiel, in dem sich ein Muskelfaden blickschnell einrollt und das Tierchen zurückschnellen läßt, wenn es beunruhigt wird. Ein anderes Glockentierchen (Epistylis nutans) hat zwar einen starren Stiel, dafür kann die Zelle selbst nach Bedarf am Stiele umknicken wie eine Wiesenskabiose, die ihr Köpfchen hängen läßt. An diesen Wesen sieht man noch etwas Verwunderliches: sie stülpen ihr Wimperorgan nach Belieben aus und ein, und drehen sich, wenn sie irgendeine innere Nötigung dazu fühlen, von ihren Stielen los, strecken am Hinterrande einen Kranz von Wimpern aus und schwimmen davon.

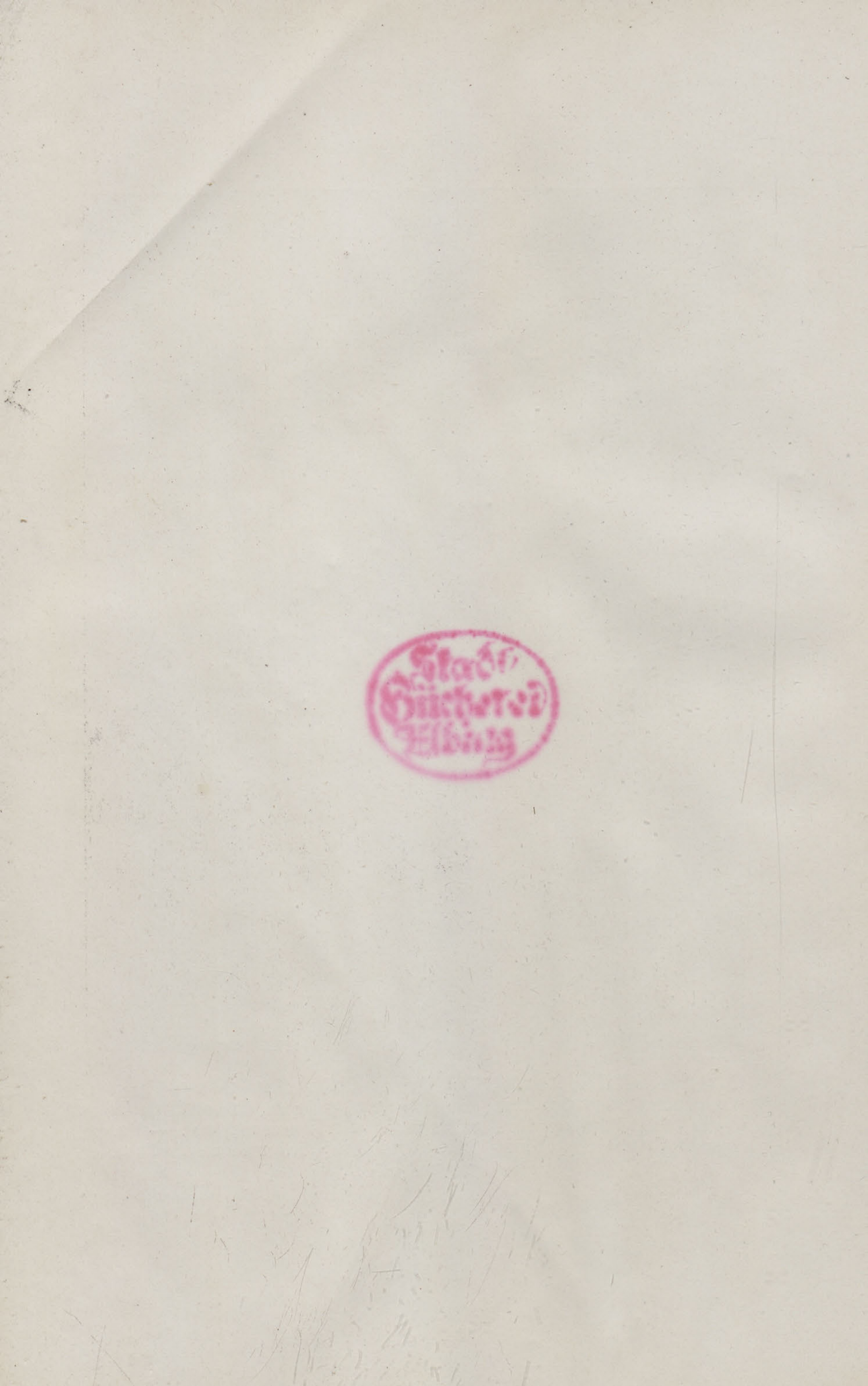
Es haben eben auch die Urwesen einen gewissen Grad von Empfindung, den man nach neueren Untersuchungen nicht einmal ganz gering einschätzen darf. Es mangelt ihnen sogar nicht an Sinnesorganen. Von den Tastborsten der Wimpertierchen haben wir bereits gesprochen; daß die Zieralgen und einfachsten Grünalgen, sogar die Bakterien sehr lichtempfindlich sind, kann man jederzeit in ergötzlicher Weise studieren.

Wenn man Heu mit Flußwasser in einem wohlverschlossenen Gefäß am Licht stehen läßt, entwickelt sich binnen 3—8 Wochen gewöhnlich ein roter Bodensatz. Er besteht aus Purpurbakterien, von denen Rhodospirillum photometricum eines der häufigsten ist. Dieses kleine flinke Urwesen ist für Licht außerordentlich empfindlich. Dies grenzt fast ans Unglaubliche. Beobachtet man sie bei Licht und fährt man plötzlich mit der Hand vor den Spiegel des Mikroskops, so schießen die Purpurbakterien wie erschrocken plötzlich zurück.*)

*) Näheres hierüber siehe in dem sehr interessanten Werke von H. Molisch, Die Purpurbakterien 1907.



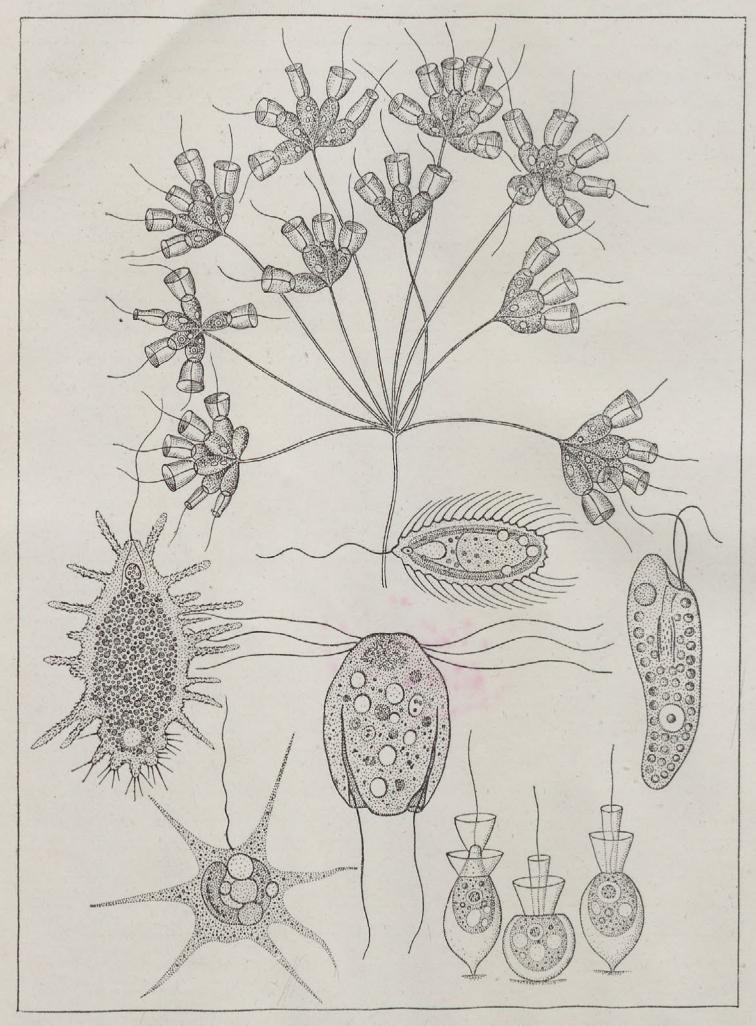
Dinoflagellaten des Süßwassers. Links oben Glenodinium cinctum, rechts oben Peridinium quadridens, in der Mitte links Gymnodinium fuscum, rechts Hemidinium nasutum. — Unten links Ceratium cornutum, rechts Peridinium tabulatum.
(Nach Blochmann.)



Man hat ihr Benehmen deshalb auch als „Schreckbewegung“ bezeichnet. Dieselbe Lichtempfindlichkeit kennt der Kleinweltforscher auch von den grünen Geißelingen. Wenn man grünes Wasser aus einer Jauchepfütze in einen Teller gießt und diesen an das Fenster rückt, so wird man schon nach einigen Stunden bemerken, daß sich an dem besser beleuchteten Rand ein grüner Saum gebildet hat. Man kann die Flagellaten auf solche Weise geradezu fangen. Neuere Forschungen haben die alte Ansicht bestätigt, daß der purpurrote Fleck, den viele Geißelzellen am vorderen Ende tragen, das Organ sei, durch welches diese Wesen das Licht wahrnehmen. Ich habe entdeckt, daß in diesem einfachsten „Auge“ sogar kleine Kügelchen vorhanden sind, die wie eine die Lichtstrahlen konzentrierende Linse wirken müssen und andere Naturforscher haben dies bestätigt, so daß man jetzt allgemein dieses Gebilde als ein Lichtsinnesorgan auffaßt.

Die Lichtempfindung kann aber nicht ausschließlich an solche Organe gebunden sein, denn wir sehen auch an vielen „augenlosen“ Urwesen, daß sie das Licht nach Bedarf aufsuchen oder sich vor ihm schützen. Das gilt namentlich für die wunderbaren Zieralgen, deren näheres Studium für einen Liebhaber der Mikroskopie ungemein genußreich und dankbar ist. Closterium stellt sich, wenn man etwas zieralgenhaltigen Schlamm in eine kleine Glaswanne schüttet, nach dem Abklären des Wassers stets nach der besser beleuchteten Seite. Die stabförmigen Pleurotaenium-Arten (Bild S. 48) heften im Lichte das eine Ende mit einem kleinen ausgeschiedenen Gallertstiel am Boden fest, das andere erheben sie pendelnd, bis ihre Lage zur Wagrechten einen Winkel von 30—50° erreicht hat. Die freie Spitze richten sie stets auf die Lichtquelle und rutschen nun mit ihrem Gallertfuß unbehilflich auf sie zu, solange sie nicht zu stark leuchtet. In diesem Fall fliehen sie das Licht. Ähnlich handeln auch die Closterien, die mitunter aneinander emporklettern und sich zusammenstellen wie die Akrobaten, wenn sie eine menschliche Pyramide darstellen wollen. Auch die Kieselalgen sind in solcher Weise „phototaktisch“, und da wir bei diesen Wesen noch keine besonderen Lichtsinnesorgane entdeckt haben, müssen wir wohl oder übel annehmen, daß ihr ganzer Körper lichtempfindlich sei, etwa in der Art, wie auch die menschliche Haut, die uns in starkem Lichte Gefühle von Wohlbehagen vermittelt, auch wenn dieses Licht kalt ist.

Ganz besonders unerschöpflich ist die Befähigung der einzeln lebenden Zellen, wenn es sich darum handelt, sich einen günstigen „Platz an der Sonne“ zu sichern. Ich rechne hierher, daß so viele Craspedomonaden, Vorticellen und Diatomaceen aus ausgeschiedener Gallerte oder sonst verzweigte Stiele bilden, durch



Flagellaten. Oben eine Kolonie von Codonocladium umbellatum. Am gemeinsamen Stile unten Mallomonas Ploessli. Links davon Mastigamoeba aspera, rechts Chilomonas Paramaecium. — Darunter Tetramitus descissus. Links unten Chrysamoeba radians, rechts 3 Zellen von Diplosigopsis Entzii. (Nach Kent, Klebs und Originalen des Verfassers.)

die sie sich neben ihren Konkurrenten erheben, die mit ihnen an einer Wasserpflanze oder einem Krebschen gemeinsam angeheftet sind. Sie erhaschen dadurch die Nahrung aus erster Hand

und sind auch nicht in Gefahr, überwachsen und unterdrückt zu werden. Es ist ein köstlicher Anblick, solch ein Bäumchen glasiger Äste, an denen sich statt Blätter die goldgelben Gomphonema-kieselalgen (Bild S. 43) schaukeln oder die zarten Glöckchen der Epistylisinfusorien und ihrer Verwandten (Bild S. 21). Wenn die Urwesen auf beständiges Schwimmen an der Wasseroberfläche angewiesen sind, entfalten sie die verschiedensten Hilfsmittel, um sich dies zu erleichtern. Sie entwickeln Schwebeanpassungen in reicher Zahl. Fast jede der bekannten 5000 Radiolarienarten im Meere hat sich dies Schweben im Wasser in anderer Weise erleichtert. Ihre fantastische Vielgestaltigkeit ist nicht ohne Sinn; die Blasen, Spieße, Stacheln und Zacken mit denen sie sich schmücken, die köstlichen Gitter und Netze in die sie sich hüllen, haben einen Zweck: sie vermehren die Reibung im Wasser und erleichtern das freie Schweben.

Es ist ein eigentümlicher Gedanke, daß es lebende Wesen gibt, die allezeit schwimmen und im Wasser dahintreiben, ohne daß sie sich durch eigene Tätigkeit an der Oberfläche erhalten können. Aber die beiläufig 50 Arten von Urwesen, die sich zu Millionen ständig im klaren Wasser aller Seen und Teiche finden und dort von jedermann ohne Mühe erlangt werden können, leben alle so dahin, in einem beständigen Schweben, Sinken und Steigen, ohne andere Schwimmkünste als die ihnen zugewachsenen Schwebeanpassungen. Wunderbare Formen gibt es auch unter ihnen genug und wir brauchen wahrlich nicht das Meer um seine Radiolarien zu beneiden. Im Tegernsee in Bayern erscheint alljährlich im Lenz eine unzählbare Menge der Kieselalge Asterionella gracillima (Bild S. 46). Durch ein wenig Gallerte verbunden, die sich wie ein feiner ausgespannter Schleier zwischen sie legt, schweben die überaus zierlichen Rädchen zu Millionen dahin, anzusehen wie elegante, freilich dem unbewaffneten Auge unsichtbare Schneeflocken. Andere Kieselalgen, so Fragilaria crotonensis (Bild), bilden einen kammförmigen Verband, um sich das Schweben zu erleichtern; Melosira (Bild) setzt zierliche Ketten zusammen, Cyclotella bildet flache Scheiben, die mit Vorliebe durch Gallertfäden zusammengeheftet sind. Eine andere Schwebeanpassung kann man als Schwebestangen bezeichnen. Das auf S. 49 abgebildete, überaus elegant gestaltete Geißeltierchen Ceratium hirundinella hat seine Hörner sehr lang ausgezogen, das Geißeling Mallomonas Ploessli (Bild S. 54) streckt viele Borsten aus, daß er wie in einen Pelz gehüllt erscheint, die reizenden Dinobryonarten, deren Bild auf dem farbigen Umschlag dieses Werkes zu finden ist, sitzen in winzigen Kelchen, die sich zu kleinen Bäumchen zusammenfügen — alles nur deshalb, damit die Zellen

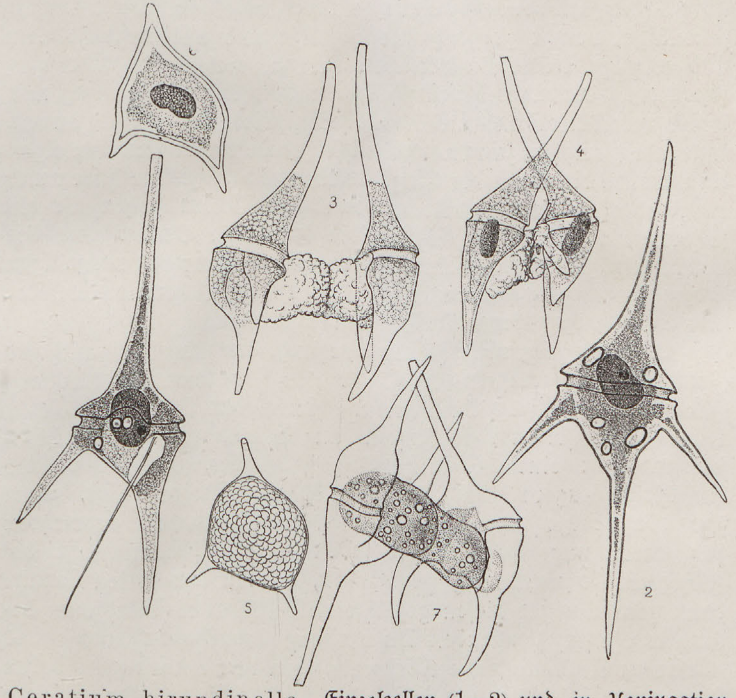
von selbst schweben. Sämtliche der genannten Urwesen beleben natürlich nicht nur das tiefgrüne Wasser des Tegernsees, sondern sind mit noch manchem anderen wunderbaren Vertreter ihres Geschlechts von Nord bis Süd überall, sogar in den Tropen heimisch.

Und wie, um diese verwirrende Mannigfaltigkeit der Lebenswunder noch zu verdoppeln, haben die Einzeller auch noch verschiedene und nicht wenig eigentümliche Fortpflanzungsarten. Sie alle, Grün- und Kieselalgen, Zierdinge, Bakterien, Wurzelfüßler, Geißelinge, Sonnen- und Wimpertierchen vermehren sich so, wie die Zellen im Verbande der höheren Tiere und Pflanzen: sie teilen sich in zwei Teile. Dadurch, daß sich die Teilstücke gänzlich voneinander lösen oder nur in so lockerem Verband bleiben, wie etwa die uns schon bekannten Kieselalgenketten, Dinobryon und Glockentierbäumchen oder der Volvox, behalten sie ja den Charakter der Urwesen. Aber so, wie manche von ihnen in den soeben genannten Tier- und Pflanzenstockbildungen bereits Ansätze zur „Organismenbildung" zeigen, so gibt es auch eine große Anzahl, deren Fortpflanzung viel verwickelter ist, als man ihnen von vornherein zutrauen würde. So wie sie im Bau gewisserart überall die Vorbilder und Ansätze zu dem aufweisen, was sich dann als Tier und Pflanze in größerem Maßstabe verwirklicht findet, so daß die Einzeller lückenlos mit den Vielzellern (gerade im Kreise der Algen) zusammenhängen, so ist auch die Befruchtung und Paarung, die man von Algen Geißelingen und Wimpertierchen kennt, nichts anderes als ein unendlich einfaches Modell für die entsprechenden Lebenserscheinungen der höheren Lebewesen. Das macht ja eben ihr Studium so lehrreich, daß, wer sie kennt, zugleich alle elementaren Begriffe der Zoologie und Botanik überhaupt in sich aufgenommen hat.

Der Befruchtungsvorgang spielt sich bei den Zieralgen in folgender Weise ab: Zwei Closterien nähern sich und scheiden weiche Gallerthüllen aus, die das Paar einhüllen. Auf einmal klappen die Schalen der beiden Zellen auseinander, es tritt das Protoplasma aus, das miteinander verschmilzt. Schließlich bleiben nur die leeren Schalen und eine Befruchtungskugel (Zygote) übrig, die sich mit derben Häuten umschließt und nun wie eine Zyste allen Fährlichkeiten trotzen kann. Sie überwintert und gibt im Frühling zwei verjüngten und kräftigen jungen Zellen das Leben. Wie sich die „Kopulation" bei den schwebenden Ceratien abspielt, findet der Leser anbei abgebildet.

Verwickelter ist schon die Befruchtung bei den Geißelingen, als deren Beispiel uns Chlorogonium euchlorum dienen möge, ein allerliebstes hellgrünes Zellchen, das ab und zu lehmige

Straßenpfützen durch seine Masse dick gelbgrün färbt. Diese Zellen bringen durch Teilungen lange, stets gleiche Wesen hervor. Auf einmal ändert sich dies und es entstehen nun viel kleinere und anders gestaltete „Gameten“, deren einzige Aufgabe die Befruchtung ist. Diese winzigen Wesen haben aber eine ungeheure Schwierigkeit zu überwinden, um ihrem Lebenszweck gerecht zu werden. Wie sollen sie, die darauf angewiesen sind, mit einander zu verschmelzen, sich finden in



Ceratium hirundinella, Einzelzellen (1—2) und in Konjugation (3, 4, 7). Fig. 5—6 = Zygoten. (Nach G. Entz jun.)

dem Tümpel, der für sie nicht weniger groß ist als für einen schwimmenden Menschen etwa ein bedeutender See? Man vergegenwärtige sich die Hoffnungslosigkeit der Lage, wenn zwei stumme und blinde Schwimmer sich unter solchen Umständen finden sollen! Und dennoch besiegen die kleinen Gameten dieses Hindernis. Wie sie es anstellen, haben wir noch nicht erforschen können; es ist nur anzunehmen, daß ihnen erstens zu Hilfe kommt die große Zahl in der sie stets entstehen, dann aber auch eine Fähigkeit zu „chemischer Witterung“ (Chemotaxis), die sie zu-

sammenführt wie zwei Spürhunde, die voneinander Wind bekommen haben. Sie treffen sich und verschmelzen zu einer Zygote, so wie es oben abgebildet ist. Aus diesem ruhenden „Dauerei“ (denn so darf man es nennen) gehen dann wieder große Infusorien dieser Art hervor.

Was sich da so einfach erzählen ließ, ist natürlich in Wirklichkeit viel verwickelter. Es gibt Flagellaten, bei denen sich die Befruchtung ganz ähnlich abspielt wie bei einem Seeigel. Solches ist z. B. der Fall bei dem bereits genannten Volvox. Diese Geißelzellenkugel bringt große grüne kugelige und unbewegliche Eier und winzige kleine Samenfäden hervor, welche die Eier umschwärmen, bis eines hineinschlüpft und es befruchtet. Daß nun solche verwickelte und an die höheren Tiere und Pflanzen erinnernde Fortpflanzungsverhältnisse gerade diesen Urwesen eigen sind, welche die Stufe des Einzellerlebens überschritten haben und in einem gewissen Familienverband der Zellen stehen, ist ein sicheres Zeichen dafür, daß es die durch die Vereinigung der Zellen ermöglichte Arbeitsteilung war, die aus den vielzelligen Organismen jene wunderbaren Eigenschaften herauslockte, die wir an Pflanze, Tier und Mensch bewundern.

Ein noch ganz rätselhafter Vorgang, den man aber auch zur Fortpflanzung rechnen muß, ist die sogenannte Paarung (Conjugation) der Infusorien. (Siehe das Bild auf S. 57.) Man kann sie am leichtesten an Paramaecien beobachten, die man in einem Pflanzenaufguß züchtet, wenn man die Infusion längere Zeit in der Wärme stehen läßt, ohne ihr Wasser zu erneuern. Die Pantoffeltierchen vermehren sich dann ungeheuer rasch, haben aber offenbar nicht die Fähigkeit, so vollkräftig zu werden, wie in der freien Natur, denn gerade unter diesen gezüchteten Infusorien findet man besonders oft sich Paarende. Da beobachtet wurde, daß auch unter normalen Umständen die Wimpertierchen nur ein bis zwei Jahre lang normal fressen und sich teilen (dies geschieht sehr oft, jede Woche einigemal, so daß ein Individuum nur wenige Tage lebt) können, dann aber eine gewisse Erschöpfung zeigen, die erst durch die Paarung behoben wird, muß man wohl annehmen, daß auch diese nur eine Befruchtung, also eine Verjüngung der Zellen ist, wenn auch im einzelnen vieles daran unbegreiflich ist. Äußerlich sichtbar daran ist nur folgendes: zwei Wimpertierchen schmiegen sich der Länge nach aneinander und verschmelzen auch durch eine Plasmabrücke. Inzwischen gehen mit ihrem Zellkern Veränderungen vor. Dieser Zellkern ist ein durchaus rätselhaftes Organ der Urwesen. Als Energie-„Reservoir“ der Geißelbewegungen haben wir ihn schon kennen gelernt; wir wissen auch, daß

er in keinem Urwesen (außer Bakterien und Blaualgen [Cyanophyceen], wo die Verhältnisse noch unklar sind) fehlt, daß in vielen, so in allen Wimpertierchen ein großer und ein kleiner Kern vorhanden ist, jetzt erfahren wir, daß nur der Kleinkern eine aktive Rolle bei der Paarung hat. Er zerteilt sich mehrfach in jeder Zelle und je ein Teilungsstück verschmilzt mit einem entsprechenden Kleinkernteil des Paarungsgenossen. Sie befruchten sich also wechselseitig. Ist dies vollzogen, löst sich die Verbindung und beide Zellen schwimmen sichtlich erneut wieder ihren eigenen Weg.

Nach so viel wunderlichen und hübschen Eigenheiten, die an uns vorübergezogen sind, muß man diese entzückenden Geschöpfe wohl liebgewinnen und Sehnsucht danach empfinden, selbst ihr Tun und Treiben und das Wunderwerk ihres Körperleins belauschen zu können. Es hat daher auch, seitdem man mikroskopiert, stets Naturfreunde gegeben, die aus bloßer Liebhaberei Urwesenforschungen betrieben haben, und das Wissen über die Kleinwelt des Wassertropfens mächtig erweiterten.

Aber soviel auch schon getan ist, es bleibt noch mehr übrig. Oft genug mußte ich auf die Lücken der Kenntnisse hinweisen; bei den meisten Lebenserscheinungen hat man das Empfinden, erst an die Oberfläche gerührt zu haben; immer und immer muß man sich sagen: hier kann man erst beschreiben, aber noch nicht erklären. Es sind uns, angesichts der Vollkommenheit dieses angeblich einfachsten Lebens Zweifel aufgestiegen, ob man wirklich recht habe, die Urwesen für die Einfachsten, sie wirklich nur für „belebten Schleim“ zu halten, woran man sich so lange Zeit hindurch gewöhnt hatte. Es sind sogar Zweifel an der Einzelligkeit der Wimpertierchen aufgestiegen. Verschiedene Urwesenforscher, so namentlich Bütschli, Entz, Künstler und auch ich, wir haben gefunden, daß das Protoplasma dieser Wesen einen sehr kunstvollen Bau hat und auch, wenn man davon absieht, ist nicht die unbezweifelte Existenz, von Sinnesorganen, so vielerlei Bewegungsorganen, Muskelfäden, Schlingvorrichtungen, Ausscheidungsorganen, inneren Stützgerüsten und äußeren Panzern und Gehäusen, Schwebeanpassungen und Fangwerkzeugen schon ein genügender Beweis dafür, daß die Einzeller denn doch ganz anders organisiert sind, als die Zellen, welche man als Bestandteile der Pflanzen und Tiere kennt! Was dort auf Tausende und Abertausende von Zellen verteilt ist, die bald als Skelett, bald als Muskel, Nervenzelle, Bestandteil eines Sinnesorgans, einer Drüse oder eines Blattes ganz einseitig ihre bestimmte Verrichtung erfüllen, soll hier auf eine einzige Zelle zusammengedrängt sein, die wie ein winziges Minia-

turabbild die großen Organismen mit Glück kopiert? Angesichts dieses Anblickes entsteht drängend und beunruhigend die Frage: warum bildeten sich denn überhaupt Organismen, wenn schon die Zelle, die bis zur Größe eines Fünfmarkstückes heranwachsen kann, allein diese Vollkommenheit erreichte und sie mit Glück behauptete? Die Zelle konnte sich doch offenbar im Wettbewerb behaupten, sonst könnten nicht seit Urzeiten bis heute Einzeller in solcher Mannigfaltigkeit lebend geblieben sein!

Auf diese Fragen vermögen wir keine Antwort zu geben. Wir müssen uns dabei bescheiden, durch treue und emsige Beobachtung und Versuche noch tiefer in das uns so herzlich wenig bekannte Wesen dieser Geschöpfe einzudringen. Wir müssen vorerst unsere Ziele niedriger stecken und Körnchen für Körnchen zusammentragen, bis eine höhere Warte erbaut ist, die uns die so ersehnten Fernsichten ermöglicht. Jeder Liebhaber kann dazu sein Körnchen beitragen; mit einfachsten Hilfsmitteln läßt sich auf diesem Gebiete viel tun und wem dies kleinlich und zu geringfügig vorkommt, der hat darauf vergessen, daß der einzelne Mensch gegenüber den Gesamtzielen der Wissenschaft und der Menschheit auch bei größter Begabung nicht mehr ist, als ein Infusorium inmitten des Reichtums der belebten Erde.

Die wichtigsten Schriften zur weiteren Belehrung über die Einzeller sind:

*Blochmann, F., Die mikroskopische Tierwelt des Süßwassers. Braunschweig. 4°. 1895.
Bütschli, O., Protozoa in Bronns Klassen und Ordnungen des Tierreichs. 8°.
Ehrenberg, G. Chr., Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. Berlin. 1°. 1838.
*Entz, G., Studien über Protisten. Budapest. 4°. 1888.
*Francé, R., Das Leben der Pflanze. Bd. III. 1909. 8°.
*Goldschmidt, R., Die Tierwelt des Mikroskops. 8°.
Leidy, Freshwater Rhizopods of U.-States. 4°.
*Pénard, E., Les Rhizopodes du lac héman. Genf. 4°
*Pénard, E., Les Rhizopodes du lac Léman. Genf. 4°.
*Reukauf, E., Die Pflanzenwelt des Mikroskops.
*Schönfeldt, H. v., Die deutschen Diatomeen. Berlin. 4°. 1907.
*Schönichen-Kalberlah, Einfachste Lebensformen. Braunschweig. 8°.
Stein, F., Der Organismus der Infusionstiere, I—III. Leipzig. 4°.

---

*) Die mit * bezeichneten Werke stehen den Mitgliedern der mikrologischen Gesellschaft (S. S. 160) unentgeltlich leihweise zur Verfügung.

Die Süßwasseralgen.

Es gibt nichts Anziehenderes, als an einem schönen Maitag die Auen eines Flusses naturforschend zu durchstreifen. Mit jedem Tritt eröffnen sich da Schönheiten und Seltsamkeiten. Im grünen Schleier der üppigen Waldwiesen blühen Orchideen und schwirren unzählige Kerfe, da arbeitet sich der stahlblaue Maiwurm, der so seltsam menschlich aufrecht stehen kann, durch den Urwald des Gekräutes; an den alten Weiden, welche die Wiese schmücken, sitzen aromatisch duftend die eleganten großen Bockkäfer, Libellen huschen wie stumme grüne Blitze, Schwebefliegen schimmern vor rasender Beweglichkeit ihrer Flügelchen, ein jubelnd Singen, Schreien, Brummen und Zirpen von Lebensfreude durchzittert die weiten Räume voll frischem Grün. Nun durchschreiten wir die dämmerige Au mit ihren mächtigen Rüstern, den silberigen Erlen und mancher eingestreuten Riesenschwarzpappel, da hemmt den Fuß eines der vielen Altwässer, die jede richtige Au durchschneiden. Hier erheben sich malerisches Behagen und Naturinteresse zu ihrem Höhepunkt. Das Flimmern über dem stillen schöngefärbten Wasser, das Spiel der Lichter, die Gegensätze zwischen Waldesdämmern und der breiten Sonnenflut, die sich über Schilf und Rohr ergießt, das feierlich Stille eines solchen Waldwinkels, all' das hat schon manchen Maler begeistert zu intimen Landschaftsbildern von unnennbarem Reize — aber mehr als Farbe und Form hat uns hier die lebendige Natur zu sagen, denn in der Enge eines solchen Tümpels hat sie ihr Meisterstück vollbracht: sie hat zwischen tausend sich bekämpfender, rücksichtslos nur ihr eigenes Wohl suchender Wesen einen Vertrag gegenseitiger Duldung, ja eine Harmonie, eine Art Staatsleben zustande gebracht, durch das alle durcheinander und mitsammen ihr Dasein sichern und ihr Leben erträglich machen können.

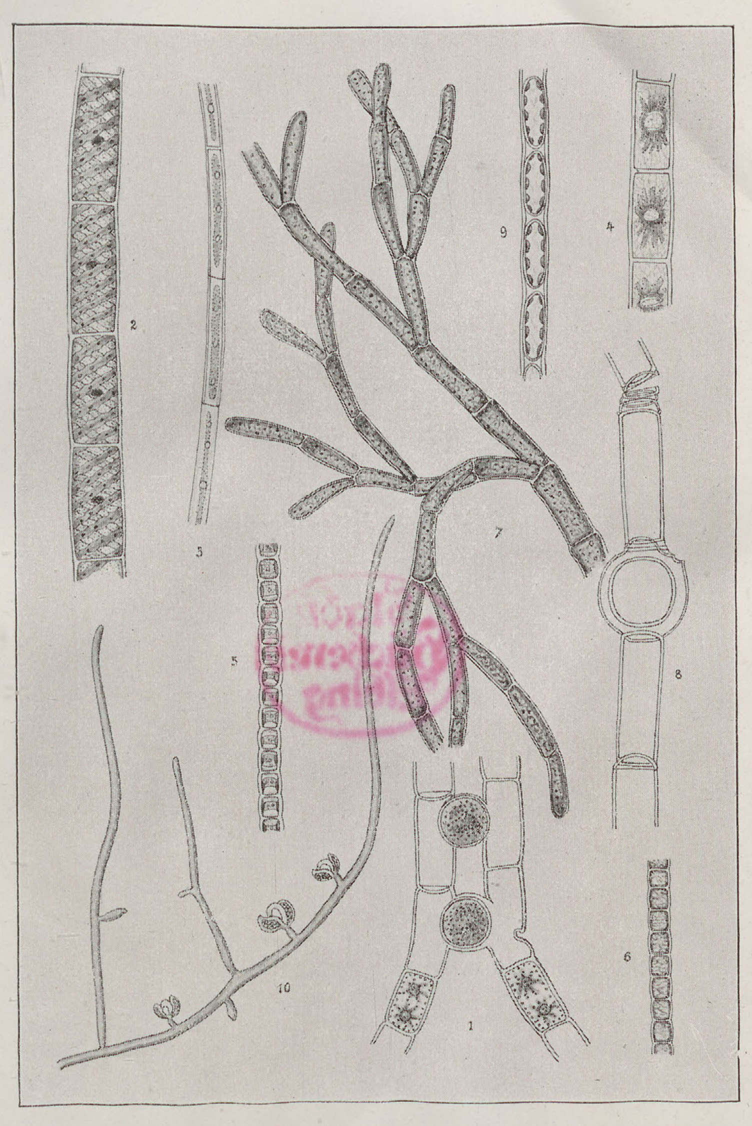
Welcher Mittel sich hierzu die Natur bediente, das soll in diesem Abschnitt geschildert werden.

Mit einem Experiment läßt sich darein Einblick gewinnen. Auf dem Graben schwimmen weich und grüngolden große Flocken einer schlüpfrigen und glänzenden Masse, die sich bei näherer Betrachtung als ein Gewirr unzähliger feinster Fäden darstellt. Das sind die Watten der Süßwasseralgen. Unter dem Mikroskop betrachtet, erweisen sie sich auch schon bei ganz schwacher

Vergrößerung als sehr lange und so dünne hohle Röhrchen, daß oft 10 bis 30 von ihnen noch nicht den Durchmesser eines Millimeters erreichen. Diese Fäden sind durch Querwände in Zellen gegliedert, manchmal verzweigt (die Arten der Gattung Cladophora) meist aber einfach. Im Innern der Zellen liegt Blattgrün, das sehr mannigfaltig gestaltet ist. Bald ist es eine einfache Platte wie eine Visitenkarte (die Gattung Mougeotia-Mesocarpus), bald sind es spiralige Bänder, gar prächtig anzusehen (die Gattung Spirogyra). Oder es sind unregelmäßige, bald auch gleichmäßig linsenförmige Scheibchen, die in der Innerwand der Zellen in großer Anzahl regelmäßig zerstreut liegen. Wasserfäden von solchem Aussehen können dann verschiedenen Gattungen angehören. (Oedogonium und Conferva, siehe das Bild.) Alle zusammen jedoch sind die Grünalgen (Chlorophyceen), unzweifelhafter Pflanzen, in denen nur noch manchmal das alte Tierwesen rebellisch wird und als Zoospore aus seiner Pflanzenhaut schlüpft, sich ein Weilchen mit Geißeln schwimmend umhertreibt, worauf es allerdings immer wieder zum stillen und unbeweglichen Pflanzenfaden auswächst. Und Spirogyra und Mougeotia (sprich Muschozia) haben sogar das schon verlernt und versuchen niemals solche zoologische Seitensprünge.

Mit diesen Fadenalgen wollen wir experimentieren. In einem Gläschen haben wir eine Menge von ihnen nach Hause gebracht und als wir sie in einem größeren Wassergefäß sich wieder ausbreiten ließen, entdecken wir erst, welch verschiedenes Getier in ihnen Unterschlupf und Nahrung findet. Da kriechen allerlei Schnecken daraus hervor, die kleinen spiraligen Tellerschnecken die der Kenner Planorbis nennt, kleine und größere Sumpfschnecken (Lymnaeus und Paludina). Daneben allerlei durch ihre Häßlichkeit anziehende Würmer, echte Borstenwürmchen, und nur wurmartig aussehende Insektenlarven (Bild S. 65), die großen Räuber des Tümpels, dazu lustig hüpfende winzige farblose oder rote und graugrüne Krebschen, Strudelwürmer der verschiedensten Arten, wie sie sich anbei abgebildet finden, um den Naturfreund wenigstens einige der Hauptgattungen erkennen zu lassen, dazu noch Schwimm- und Taumelkäfer, manchmal alles in solchem unheimlich krabbelndem und lebendigem Gewirr, daß man sich seinem „See im Wasserglase" nur mit etwas unbehaglichen Gefühlen nähert, außer man ist schon ein ganz abgehärteter „Naturforscher".

Doch die Lage ändert sich bald. Oft schon am nächsten Tage liegen die größten Tiere tot ausgestreckt am Grunde. Wenn die Schwimmkäfer nicht davon fliegen können, was sie des Nachts mit Vorliebe tun, wodurch sich dann in der Stube manchmal

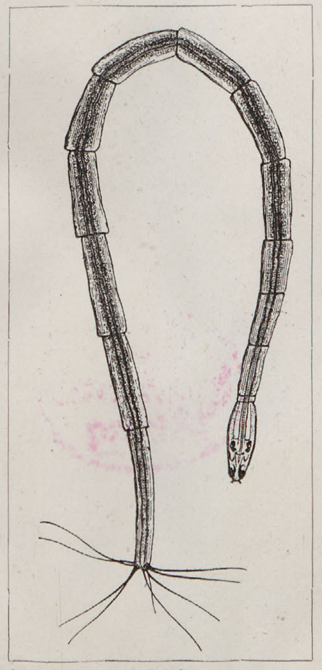


Fadenalgen des Süßwassers. 1 = Zygnema cruciatum 2 = Spirogyra quinina. 3 = Mougeotia parvula. 4 = Zygnema stellinum. 5 = Ulothrix zonata. 6 = Microspora floccosa. 7 = Cladophora glomerata. 8 = Oedogonium sp. 9 = Conferva bombycina. 10 = Vaucheria mit Geschlechtsorganen.

(Nach Migula und einem Präparat des Biolog. Instituts zu München.)



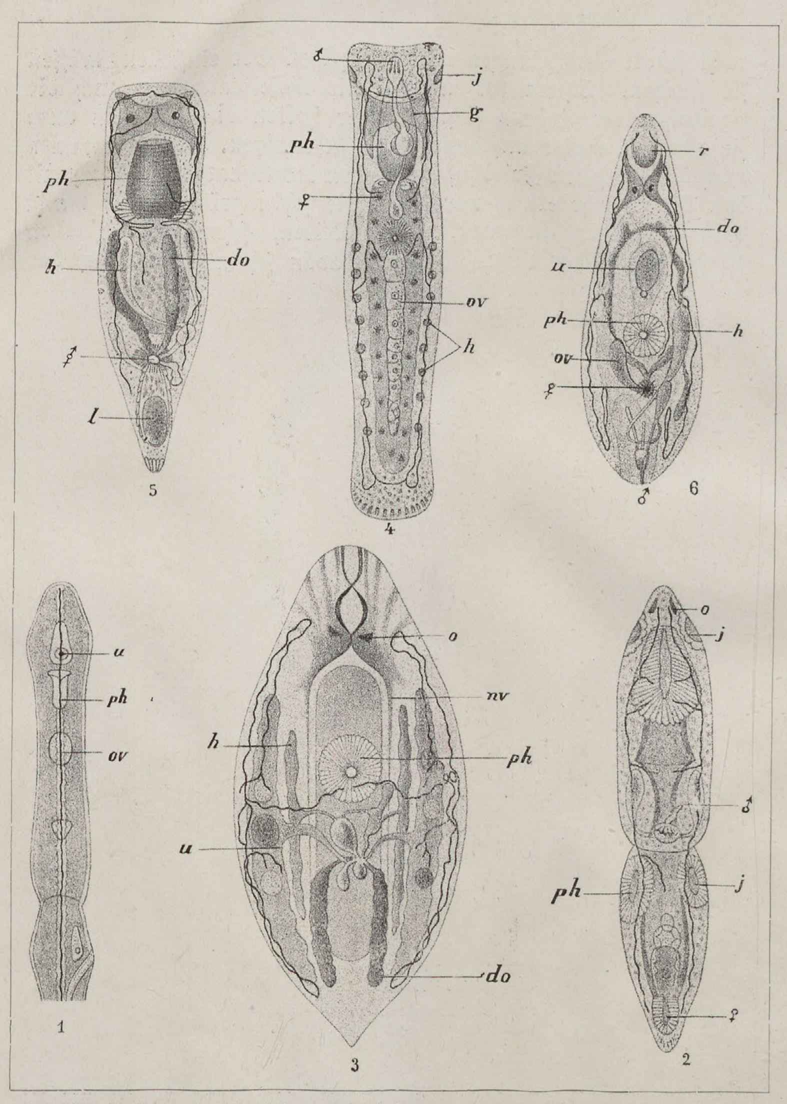
recht fatale Entdeckungen am unrichtigen Ort einstellen, müssen sie sterben. Ihnen folgen bald die Insektenlarven, auch die Krebschen vermindern sich. Länger halten die Schnecken aus; sie räumen wacker auf unter den Fadenalgen, doch sie kommen auch bald auf den Friedhof am Boden des Aquariums. Auch mit den Algen geht etwas vor sich. Die schön grüne Farbe macht bald bleicheren braunen, grauvioletten, schmutzigen Farben Platz und sie zerfallen sichtlich. Davon scheint etwas auf das



Larve der Mücke Ceratopogon.
Schwach vergrößert. (Nach einem Präparat des biologischen Institutes. Gezeichnet von J. Iseli.)

Wasser abzufärben, das gelb, braun, oft sogar dunkel violett und trüb wird. Dazu erhebt sich ein unerträglicher Geruch, auch in verschiedenen Nuancen, aber gewöhnlich eine unerträglicher als die andere. Unser Idyll ist zerstört, die Fäulnis ist in vollem Gange.

Wer nach dieser abschreckenden Erfahrung noch nicht den Mut verliert und das mißlungene Aquarium noch immer der Beachtung wert hält, kann aus ihm eine Menge lernen und



Die häufigsten einheimischen Strudelwürmer. 1. Reihe von links nach rechts = Dalyella armigera. Prochynchus stagnalis. Gyratrix hermaphroditus. — 2. Reihe von links nach rechts = Catenula lemnae. — Mesostoma Ehrenbergii. — Microstoma lineare. (Mäßig vergrößert.)

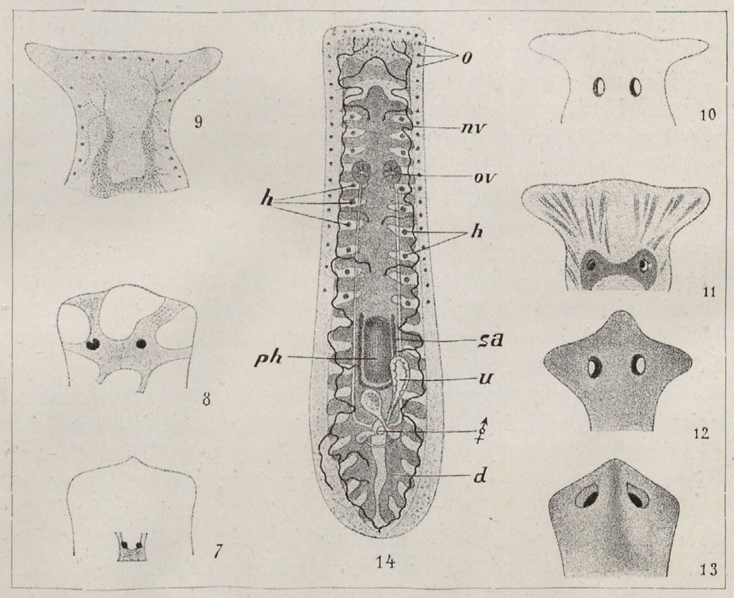
ph = Schlund (Pharynx); *do* = Dotterstock; *ov* = Ovarium; *u* = Eibehälter (Uterus); *o* = Augen; *no* = Nervenfaserstämme; *h* = Hodensäcke; ♂ = männliche Geschlechtsöffnung; ♀ = weibliche Geschlechtsöffnung; *g* = Gehirn; *dd* = Darmdrüschen; *l* = Ei; *sa* = Samengänge.

Nach der „Kleinwelt" 1909 (Sekera, Der Bau der Süßwasser-Strudelwürmer.)

damit doch noch Freude erleben, denn in der Natur haben sogar Tod und Verwesung tiefere Bedeutung.

Der Fäulnisprozeß gibt einer Menge Wesen das Leben, mit denen man sonst nicht bekannt werden könnte und schon deswegen lohnt sich sein mikroskopisches Studium.

An den Fadenalgen meldet sich die ungünstige Wendung der Dinge dadurch, daß ihr Blattgrün einschrumpft und zerfällt.



Die häufigsten deutschen Süßwasser-Strudelwürmer.
Mitte = Polycelis nigra.
Links oben = Polycelis cornuta. Rechts oben = Planaria lactea.
Links Mitte = Planaria albissima. Darunter = Pl. alpina.
Links unten = Pl. vitta, Kopf. Darunter = Pl. gonocephala.
Darunter = Pl. polychroa.
Erklärung der Bezeichnungen wie bei der vorhergehenden Figur. (Nach Sekera in der „Kleinwelt".) Schwach vergrößert.

In diesem kränkelnden Zustand werden sie besonders leicht die Beute der uns schon aus dem vorigen Abschnitt bekannten Vampyrellen; außerdem tauchen nun saugende farblose Pilze aus der Familie der Chytridiaceen auf, die mit langen Fäden das Innere der Algen durchspinnen.

Aus den zerfallenen Leibern der toten Insekten und Würmer schöpfen zahllose Spaltpilze ihre Lebensmöglichkeit. In dichten Schwärmen umschwimmen sie eine solche kleine Leiche. Sie bieten

den verwirrenden und entzückenden Anblick unter dem Kleinseher, tausende von zierlichen Stäbchen, Kugeln und Schräubchen durcheinander rollen zu sehen. Sie schießen mit Hilfe ihrer winzigen nur durch besondere Hilfsmittel sichtbar werdenden Geißeln*) wirklich blitzartig schnell im Gesichtsfelde umher oder tanzen rastlos mit eckigen Sprüngen auf und ab, sitzen auch wohl zu tausenden ruhig beisammen, manchmal in solchen Klumpen, daß sie sogar dem unbewaffneten Auge erreichbar sind. Um faulende Pflanzen sind mit Vorliebe die kurzen Stäbchen des Bacterium termo und die langen Fäden des Heupilzes (Bacillus subtilis) versammelt, um tierische Reste tanzen die rasch beweglichen Vibrioarten und die possierlichen Spirillum-Spaltpilze, von denen die ersten wie ein abgebrochener, die zweiten wie ein vollständiger Schraubenzieher anzusehen sind. Stets jedoch findet man überall wo Fäulnis eingetreten ist, Kokken, die kugeligen Spaltpilze, bald als Micrococcus einzeln, als Diplococcus und Streptococcus aber in kurzen Ketten beisammen liegend. Und hat man besonderes Glück, so weidet man sich an dem fantastischen Anblick einer Spirochaetezelle, die ohne Geißeln doch stolz einherschwimmt, den ganzen schraubig-gewundenen Körper wie eine Schlange windend und drehend.

Sie alle zusammen besorgen den Abbau der „hochzusammengesetzten" Eiweiße in einfachere Verbindungen; sie sitzen auf der absteigenden Seite des Lebensrades, denn was Pflanzen und Tiere aus den Elementen aufgebaut und in ihrem Körper gespeichert haben, das zersetzen sie wieder, führen es in solche Stoffe oder gar Elemente über, die neuerdings von Pflanzen aufgenommen und dadurch auch wieder für Tiere nutzbar werden.

Der üble Geruch (meist schwefelwasserstoffhaltige Gase), die Trübung und die unappetitlichen Fäulniserscheinungen sind für den Naturforscher nur bedeutungslose Nebenprodukte eines ungemein anziehenden und hochwichtigen chemischen Vorganges, den er als Kreislauf der Stoffe bezeichnet. Für die Lebensgemeinschaft im Wasserglase ist dieser Kreislauf allerdings von verhängnisvoller Bedeutung. Denn wenn die Schwimmkäfer und Larven hauptsächlich deswegen umkommen, weil sie die ihnen zusagende Nahrung allzubald verzehrten, mit anderen Worten im Aquar nicht genug „Jagdterritorium" fanden, so sterben die Fadenalgen, die größeren und schöneren Infusorien, Krebschen und sonstigen Kleinwesen durch die chemischen Veränderungen, die

---

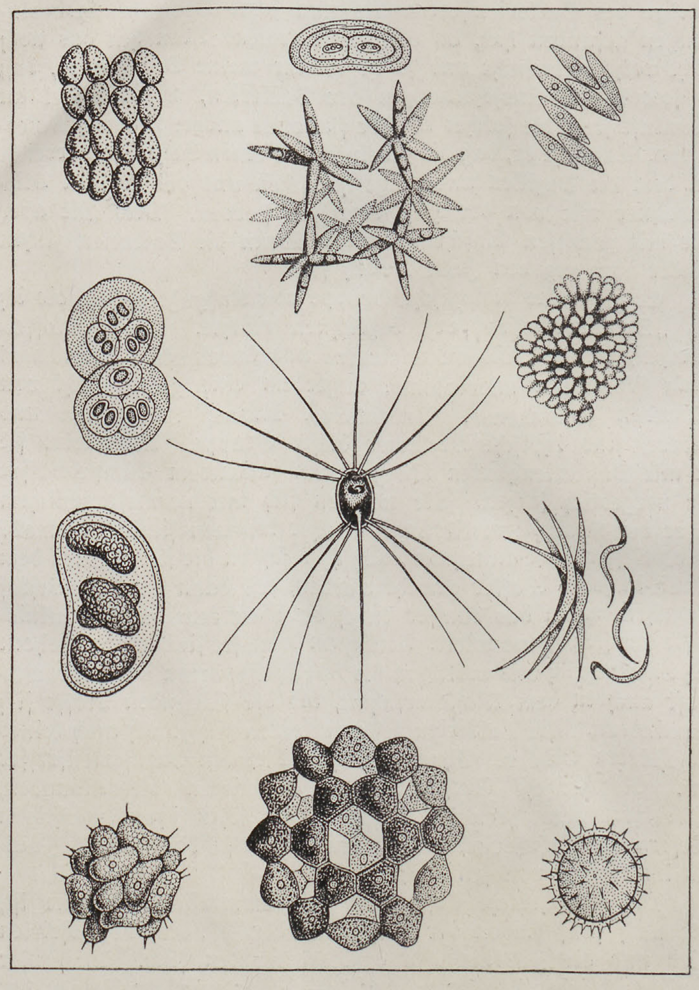
*) Dazu dienen die trefflichen „Dunkelfeldkondensoren" wie sie neuerdings die Firmen Zeiß (Paraboloid-Kondensor), Leitz und Reichert in den Handel bringen.

infolge des Bakterienheeres das nun seine Vermehrungsbedingungen gefunden hat, im Wasser eintreten. Man hat das noch nicht recht untersucht und so ist es nur meine Vermutung, daß es sowohl die Ausscheidungen der Bakterien, wie Mangel an Atemluft sind, die solches Wasser für viele andere Lebewesen vergiften. Tatsache ist, daß die Fäulnis stets einen Höhepunkt erreicht bei dem die Bazillen unbedingt herrschen und die übrigen Mitbewohner wie von der Pest ergriffen sterben. Dies gilt aber nur mit gewissen Einschränkungen. Denn die Bakterien ziehen wieder ihre eigenen Feinde nach sich.

Es gibt eine biologische Gruppe von Aufgußtierchen, die ich als „Bakterienfresser" bezeichnen möchte. Die Pantoffeltierchen, ferner Chilodon uncinatus und Carchesium Lachmanni sowie Vorticella microstoma, außerdem eine große Zahl von Monaden (Oikomonas, Cercomonas, Monas, Codonosiga und andere) sind typische Vertreter dieser Gruppe. Man wird sie in mit Bakterienhäuten überzogenem faulendem Tümpelwasser nie vergeblich suchen. Sie widmen sich mit unaussprechlichem Eifer der Spaltpilzvertilgung. Woher kommen sie auf einmal? Wir müssen wohl annehmen, daß ihre Zysten die ständig aus dem Staub in jedes Wasser geweht werden, erst dann aus dem Schlaf erwachen, wenn das Wasser durch die oben erwähnten Fäulnisstoffe auf sie reizend wirkt. Genug an dem: sie sind da, vermehren sich unermeßlich und vertilgen die Spaltpilze, deren Vermehrungskraft auch in dem Maße erlahmt, als die faulenden Stoffe sich vermindern. Die Bakterienfresser erfreuen sich jedoch auch keines ungestörten Glückes. Ihnen zur Plage treten Infusorienfresser auf. Räuberische Muscheltierchen dezimieren die Monaden, Rädertiere vermehren sich rasch, die zwischen ihren mächtigen Kiefern die Infusorien zermalmen. Und so kommt jede Fäulnis im Wasser von selbst zur Ruhe.

Die gewöhnliche Erfahrung bei sommerlicher Wärme ist, daß nach fünf Tagen der Höhepunkt der Fäulnis überschritten wird und die Fäulnisstoffe oxydiert worden sind. Nach vier Wochen ist jedes Wasser wieder kristallklar und der Reigen der mikroskopischen Schauspieler spielt den letzten Akt. In diesem treten nun die Süßwasseralgen wieder auf die Bühne und auch im kleinsten Glase Wasser, das sich selbst reinigte, beginnt nun ihr Reich.

Winzige und anmutig geformte grüne Pflanzen aus der so absonderlich benannten Gruppe der Protococcoideae, die man zu deutsch Urkugeln nennen könnte, sind es, die sich rasend schnell vermehren, nachdem die Spaltpilze wieder auf einen gewissen normalen Stand zurückgegangen sind. Sie gehören ge-



Urkugeln (Protococcoideae). Obere Reihe von links nach rechts = Crucigenia rectangularis. Oben = Dactylothece Braunii. Unten = Actinastrum Hantzschii, Dactylococcus infusionum. Mittlere Reihe links oben = Gloeocystis gigas. Unten = Nephrocytium agardhianum. In der Mitte = Chodatella longiseta. Rechts oben = Botryococcus Braunii. Unten = Rhaphidium polymorphum. Untere Reihe links = Sorastrum spinulosum. In der Mitte = Coelastrum sphaericum. Rechts = Trochiscia hirta.

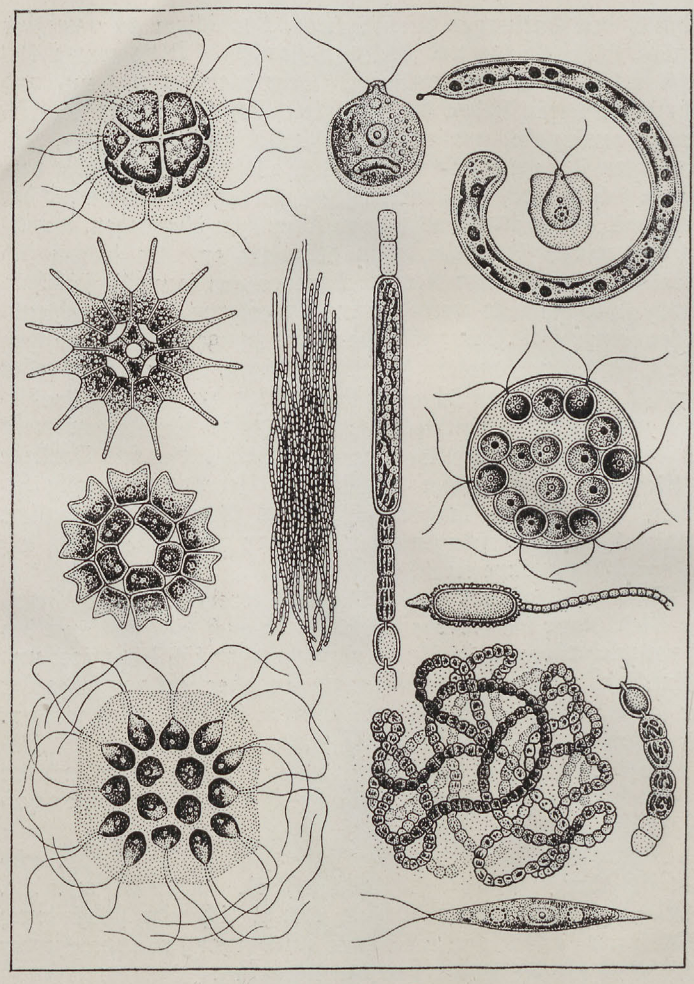
(Nach Kalberlah.)

wöhnlich den Gattungen Scenedesmus, Raphidium an oder sind einfache Stichococcus und Palmella-Formen. Diese neuen Begriffe müssen wir nun erklären. Sehr viele grüne, ein- und mehrzellige Algen haben die Fähigkeit, sich ebenso wie die Urtiere zu verkapseln; nur ruhen sie hierbei nicht vollständig, sondern teilen sich rasch und unermüdlich alle paar Tage. Sie vermehren sich dadurch ins Unermeßliche, so daß sie den Grund der Teiche mit dicken, leuchtend grünen Teppichen überziehen, manchmal ein ganzes Gewässer schön grün färben. In diesem sich teilenden Zustand nennt man sie Stichococcus wenn sie stäbchenförmig sind, Palmella wenn sie kugelig geformt und in Schleimmassen eingehüllt sind. Wo sie nicht zusagende Bedingungen finden, gedeihen wieder die mißfarbigen, blaugrünen oder schmutzig braungrünen Schwingfäden (Arten der Gattung Oscillatoria und ihre Verwandten), sowie winzige Kieselalgen meist aus den Gattungen Navicula und Nitzschia, die mit Vorliebe in fließendem Wasser den Grund und Uferrand so massig besiedeln, daß sie in langen schmutzigen Bärten dahinwallen, Schlammbänke mit feingewebten Tüchern überdecken und auf das weichste austapezieren.

Wenn einmal das letzte Stadium erreicht ist und Grün- und Kieselalgen die Oberhand haben, ist auch die Harmonie des Lebens wiederhergestellt. Nach und nach stellen sich Kleintiere und Kleinpflanzen der verschiedensten Art ein, aber jetzt von jeder Art nur soviel, daß dadurch nicht die anderen beeinträchtigt werden. Wenn sich eine Form übermäßig vermehrt, stört sie das „biologische Gleichgewicht" im Wasser, es folgt Tod, Fäulnis und der soeben beschriebene Prozeß, bis wieder die Harmonie hergestellt ist.

Was wir da im Kleinen im Wasserglas gesehen haben, vollzieht sich aber täglich im größten Maßstab. Auch das faulendste, vollständig verunreinigte Wasser reinigt sich von selbst durch die Bakterien und Algen und das ist ein Vorgang von ungeheurer Wichtigkeit für die Natur und den Menschen.

Die Wissenschaft hat das seit einigen Jahren erkannt und widmet dieser „Selbstreinigung des Wassers" und „Abwasserklärung" die größte Aufmerksamkeit. Das Studium der mikroskopischen Lebewesen hat dadurch eine ungeahnte Wichtigkeit erlangt und für die Kleinweltforscher hat sich ein neuer Beruf eröffnet. Denn es ist doch klar, daß man bei solchen gesetzmäßigen Zusammenhängen aus den Arten der in einem Gewässer lebenden Kleinwesen einen sicheren Rückschluß auf den Grad der Verunreinigung oder auch Reinheit des Wassers wagen darf.



Süßwasseralgen. Linke Reihe von oben nach unten = Pandorina morum, Pediastrum simplex, P. duplex, Gonium pectorale Mittlere Reihe oben = Chlamydomonas Braunii. Unten = Aphanizomenon flos aquae. Rechte Reihe oben = Ophiocytium majus, darin Pteromonas angulosa, darunter Eudorina elegans, Cylindrospernum stagnale, Nostoc commune, unten links Cercidium elongatum.

(Nach Kalberlah.) Stark vergrößert.

Am schönsten demonstriert uns die Natur die biologische Selbstklärung an den Flüssen, die durch große Städte ziehen. Die Themse bei London, die Seine bei Paris, die Spree bei

Berlin, die Donau bei Wien und Budapest, die Isar bei München treten in die Stadt klar und appetitlich ein und verlassen sie in einem oft unbeschreiblichen Zustande, von dem uns der Bericht einer seinerzeit zum Studium dieser Verhältnisse eingesetzten Pariser Kommission ein zwar nicht gerade anmutiges aber sehr anschauliches Bild gibt, wenn es darin heißt: Während oberhalb der Brücke von Asnières das Flußbett mit weißem Sande bedeckt, der Fluß dort von Fischen belebt ist und die Ufer mit reichlichem Pflanzenwuchs bestanden sind, verschwindet dies alles von der Stelle an, wo der große Sammelkanal von Clichy einmündet. Er bringt eine Flut schwarzen, mit Fettaugen, Pfropfen, Haaren, Tierleichen und anderem Unrat bedeckten Wassers, das sich nur langsam mit dem Strome mischt. Ein grauer Schlamm, mit organischen Resten vermengt, häuft sich längs des rechten Ufers und erzeugt erhöhte Bänke, welche zeitweise übelriechende Inseln bilden. Dieser Schlamm bedeckt weiter unten das ganze Flußbett. In ihm gärt es und die bei den Zersetzungen frei werdenden Gasblasen, welche aufsteigen und an der Oberfläche platzen, haben in der heißen Jahreszeit oft 1—1½ Meter Durchmesser und heben den stinkenden Schlamm vom Boden des Flusses. Kein lebendes Wesen, weder Fisch noch Pflanze gedeiht hier.

Nicht überall ist die Verunreinigung so kraß, aber stets ist sie eine derartige, daß in den Flüssen dicht unterhalb der Städte kein größeres Tier, kein Insekt, geschweige denn Krebse oder Fische leben können und das Wasser auch für den Haushalt des Menschen verloren ist. Und dennoch tritt überall in einiger Entfernung (50—70 Kilometer) wieder eine Abklärung der Fluten ein und der Fluß wird durch die heimliche Tätigkeit seiner Entfäuler und Durchlüfter mindestens ebenso rein, wie er zuvor war. Ähnliches kann man an Flüssen und Bächen beobachten, in die sich die Abwässer von Fabriken ergießen, wofür als nicht zu überbietendes Beispiel manche englische Flüsse oder in Deutschland die Wupper in der Gegend von Elberfeld und Barmen gelten mögen. Nur beteiligen sich an der Mineralisierung der Verunreinigungen in solchen Fabrikabwässern weniger die Bakterien, als vielmehr gewisse farblose Fadenpilze (namentlich Sphaerotilus natans, Leptomitus lacteus, Fusarim, Beggiatoa und andere), die man ihrer biologischen Funktion halber als Abwasserpilze bezeichnet. Sie wachsen in diesen oft dunkelblauen, violetten, schwefelgelben, dampfenden und lauwarmen Fabriksbächen ganz vergnüglich und so massenhaft, daß sie Grund und Uferhänge meist mit gelblich weißen Fellen bespannen, die wieder häufig von Kieselalgen besiedelt sind.

Nachdem sie einen Teil der fäulnisfähigen Stoffe aufgenommen und noch mehr davon zersetzt haben, können sich auch in solchen Abwässern die Entlüfter, das heißt die Algen (hier zumeist Blaualgen [Oscillatoria!] und Diatomaceen) einstellen und das Wasser normalen Zuständen zuführen.

Aus diesen Erfahrungen hat sich eine bedeutungsvolle Wissenschaft in den letzten Jahren entwickelt, deren Vertreter (namentlich die Gelehrten Volk, Mey, Kolkwitz, Marsson, Lauterborn u. a. bereits ein System ausgearbeitet haben, wie man die Kenntnis der kleinsten Pflanzen und Wassertiere für die Prüfung der Gewässerreinheit nutzbar machen kann. Ihre Liste umfaßt über 300 Algen und Wasserpilze, und über 500 im Wasser lebende Tiere, die sich je nach dem Grade, den die Selbstreinigung erreicht hat, in drei Zonen verteilen, in die eigentliche Abwasserzone (Zone der Polysaprobien), die Übergangszone (Mesosaprobien) und das Reinwasser (Zone der Oligosaprobien).

In der ersten enthält das Wasser eine Fülle von hochmolekularen, zersetzungsfähigen Eiweißstoffen und Kohlenhydraten, die unter Bildung von Schwefelwasserstoff und Schwefeleisen von Spaltpilzen und bakterienfressenden Flagellaten und Ziliaten „abgebaut“ werden.

In der darauf folgenden Flußstrecke beginnt die Rolle der Durchlüfter. Grünalgen, die reizenden Sterne der Pediastrumarten, Scenedesmus, verschiedene Zieralgen, besonders Closterium, vielerlei Kieselalgen und Blaualgen bereichern hier das Wasser mit Sauerstoff, wodurch zahlreichen Tieren das Leben ermöglicht ist. Noch immer überwiegen zwar die Geißelinge, aber auch zahlreiche Wimpertierchen und nicht weniger Rädertiere treiben sich im algendurchsetzten Schlamm umher, den die verschiedensten Würmer ständig durchpflügen und dessen Faulstoffe hier schon in Asparagin, Leuzin, Glykokoll und ähnliche, zum Teil sogar schon mineralisierte Abbauprodukte verwandelt sind. In diese Zone wagen sich auch schon die Fische.

Sie geht unmerklich über in das ganz reine Wasser, das schon wieder bis zur Sättigung mit Sauerstoff angereichert ist und gemeinhin dem Gefühl als trinkbar gilt. Im Schlamm hat es allerdings noch Übergangscharakter und ernährt dort zahlreiche Wurzelfüßler und Infusorien. Im Wasser selbst haben schwebende Kieselalgen, Rädertiere und Süßwasserkrebschen die Oberhand gewonnen, hier treiben sich in stillen Buchten wieder die räuberischen Insektenlarven umher, die Fadenalgen spannen ihre gleißenden Watten über die Flut, wenn deren kühles bis auf den Grund klares Wasser nicht von den Blättern der Wasserrosen

zugedeckt oder von lustig wuchernden Hahnenfüßen und sonstigem schwimmendem Gekräut durchzogen wird.

Die Natur hat wieder einmal eines ihrer Meisterstücke geleistet und die an ihrer Harmonie begangene Sünde selbst gutgemacht. Wer nur einmal Gelegenheit gehabt hat, durch eigene Forschung in die Vollkommenheit und unbegreifliche Intelligenz eines solchen Naturvorganges hineinzublicken, wird von mehr Ehrfurcht erfüllt für die Größe einer Natur, die mit solcher Gelassenheit mit den kleinsten, mit fast unsichtbaren Mitteln wirkt, als wenn er aus ungeheuren Katastrophen die Schrecken der Natur kennen lernt. Wahrlich erst dann versteht man so recht den Sinn des alten Wortes, daß die Natur im Kleinsten am größten sei!

Die wichtigsten Fortbildungsschriften über die Süßwasseralgen und die Selbstreinigung des Wassers sind:

*1. Oltmanns, F., Morphologie und Biologie der Algen. I.—II. Bd., Jena. 8⁰. 1904.
*2. Migula, W., Kryptogamen-Flora. (Bd. V. und ff. von Thomé, Flora von Deutschland. Gera. Noch im Erscheinen.)
*3. Mez, C., Mikroskopische Wasseranalyse. Anleitung zur Untersuchung des Wassers mit besonderer Berücksichtigung von Trink- und Abwasser. Berlin 1898.
4. Kolkwitz und Marsson, Ökologie der pflanzlichen Saprobien. (Berichte der deutschen botan. Gesellschaft. 1908.)
*5. Kolkwitz und Marsson, Ökologie der tierischen Saprobien. (Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie. 1909.)

*) Vorhanden in der Vereinsbibliothek der mikr. Gesellschaft.

Die Rädertiere.

Unter den vielen „Wundern der Natur", die man zu Ende des 18. Jahrhunderts mit Leidenschaftlichkeit in allen gebildeten Kreisen erörterte, gehörte auch die „Wiederauferstehung nach dem wirklichen Tode", die man damals zum erstenmal an gewissen Tieren beobachtet haben wollte. Im Sande der Dachrinnen, unter vollkommen ausgetrockneten Moospolstern fanden die mikroskopierenden Naturfreunde vollständig zusammengeschrumpfte Klümpchen, die bei Befeuchtung mit Wasser aufquollen, sich reckten und dehnten, da einen Fuß ausstreckten, dort ein kopfartiges Gebilde mit Augen und Flimmerhärchen entfalteten. Bald war ein wurmartiges Wesen aus dem wie ein Kieselsplitter aussehenden Klümpchen erstanden, das nun lustig davonschwamm und nach seiner Art lebte, auch wenn es vorher monatelang, sogar fünf Jahre hindurch vollkommen trocken gelegen hatte.

So begann die erste Bekanntschaft mit den Rädertieren, und ob ihrer wunderbaren Fähigkeit des Erstarrens und Wiederauflebens (das man heute wissenschaftlich Anabiose nennt und noch immer nicht erklären kann) hat man sie nun schon seit mehr als 200 Jahren auf das Eingehendste studiert, da eine Merkwürdigkeit ihres Lebens zu der anderen leitete. Und dennoch kennt man sie noch immer nicht vollständig; sie tragen Organe im Leibe, deren Bedeutung uns noch ganz rätselhaft ist und über ihre Lebensgewohnheiten sind wir noch besonders mangelhaft unterrichtet.

Schon dies beweist, wie merkwürdig und eigenartig diese kleinen Wesen sind.

Ehrenberg, der große Erforscher der Kleinwelt wurde durch ihre Fähigkeit, das Austrocknen unbeschadet zu ertragen, auf ihr Studium verwiesen und hat sie in seinem herrlichen Infusorienwerk als — Infusorien beschrieben. Diesen Irrtum kann man ihm nicht allzu schwer anrechnen, denn im Jahre 1838 wußte man noch nichts von Einzellern, sondern beurteilte die Verwandtschaft der Lebewesen nur nach der äußerlichen Erscheinung. Die aber erinnert bei vielen Rädertieren täuschend an die Wimpertierchen, namentlich die Vorticellen oder an Stentor. Zum Irrtum verlockt bereits die geringe Größe. Nur wenige

Rädertiere sind 3 Millimeter lang als Riesen ihres Geschlechtes, so z. B. Asplanchna, oder auch nur 1 Millimeter wie Floscularia oder Hydatina; meist sind sie nur $1/_{20}$—$1/_{10}$ eines Millimeters lang, also durchaus mikroskopisch. Viele von ihnen sind sogar kleiner, als die stattlicheren Wimpertierchen. Auch in der Erscheinung sind sie oft ganz infusorienhaft und mancher Anfänger in der edlen mikrologischen Beobachtungskunst mag sich schon damit abgequält haben, zu bestimmen, zu welcher Gattung der Wimpertierchen denn die kugeligen Genossenschaften des Conochilus volvox gehören (Bild S. 87), die man nicht selten an der Oberfläche von Weihern zu vielen Tausenden trifft. In ihrem Inneren erkennt man nicht immer die Organe so gut, wie bei gewissen dadurch berühmt gewordenen Gattungen (z. B. Brachionus, Hydatina, Noteus oder Asplanchna), sondern, namentlich bei den kleineren Formen verschwindet meist alles in einem kaum gegliederten Brei.

Diese Tatsachen muß man sich vor Augen halten, will man es verstehen, wieso die Naturforscher so lange Zeit hindurch die Rädertiere mit den Infusorien in einen Topf werfen konnten.

Stets findet man sie auch beisammen, sind doch diese flinken und gefräßigen Tierchen für die Einzeller die wahre Gottesgeißel. Sie bringen dramatische Bewegung in das stille Leben im Tümpel, der ihre wahre Heimat ist. Wohl gibt es einige Formen im Meere, und andere (so z. B. die Gattung Albertia) leben als Schmarotzer im Darm der Regenwürmer und in den bekannten Nacktschnecken, die nach dem Regen auf den Waldwegen so unappetitlich umherkriechen, aber die übergroße Mehrzahl der fast 400 Arten hat die stillen Altwässer, den Bodenschlamm der pflanzenreichen Weiher, die Moortümpel und eigentlichen Sümpfe zur Heimat gewählt; eine Familie (die Bdelloida) auch das Moos der Hausdächer und Baumrinden. Dort leben sie in solcher Mannigfaltigkeit, daß ich gelegentlich einer beiläufig einjährigen Durchforschung des an seinen Ufern vielfach versumpften Plattensees in Ungarn 36 Arten fand, aus einem einzigen Tümpel in den Isarauen bei München, den ich über ein Jahr lang wöchentlich abfischte 28 Arten. Aus dem Plöner See, einem der in seiner Kleinwelt am besten bekannten deutschen Gewässer, hat man nahe an 50 Arten nachgewiesen.

Im klaren Wasser tummeln sie sich bald schwimmend und durchsichtig so wie ein Kristall, weshalb man ihnen den Namen Kristalltierchen auch mit Recht gegeben hat, bald flink und beweglich wie winzige Fischchen. An Wasserpflanzen sind die mächtigen Blumenrädchen (Floscularia) und Kronenrädchen (Stephanoceros) angeklebt, an der Unterseite der Wasserrosen-

blätter heftet sich das wunderliche Großrädertier (Melicerta ringens, Bild S. 103) an, mit seiner aus Kügelchen erbauten Röhre. Wie fantastisch bewehrte Ritter des Wassertropfens ziehen die Dinocharis-, Noteus-, und Anuraea arten (Bild S. 83) dahin, in ihren Panzern, denen allerlei Buckel und Facettierung nicht mangeln; mit mächtigen Lanzen und Dornen, mit Greifzangen sind andere bewehrt, wohlausgebildete Gliedmaßen, Füße und Zehen fehlen ihnen nicht und sie erinnern dadurch dermaßen an Gliedertiere, daß es nicht an Versuchen gefehlt hat, die Rädertierchen als „Wimperkrebse" zu betrachten, zu welcher Ansicht sich sogar ein so ausgezeichneter Erforscher ihres Baues bekannte, wie der erst kürzlich verstorbene Zoologe Franz Leydig, dessen Studie über die Rotatorien schon der meisterhaften Abbildungen wegen ein für allemal das klassische Werk über den uns hier fesselnden Gegenstand bleiben wird.

Unwillkürlich drängt sich hier die Frage auf: Wenn diese zierlichen Kleinwesen weder Infusorien noch Krebse sind, welcher Gruppe der Tiere gehören sie dann an?

Das ist eine Frage, die uns heute noch immer schwere Sorgen bereitet. Vielzellige Tiere von hoher Organisation sind die Rädertierchen, daran kann kein Zweifel sein. Aber welcher Tierklasse sie angehören, darüber können wir uns erst dann fruchtbaren Gedanken hingeben, wenn wir ihr Leben in jeder Hinsicht eingehender studiert haben. Gewöhnlich rechnet man sie heute zu den Würmern.

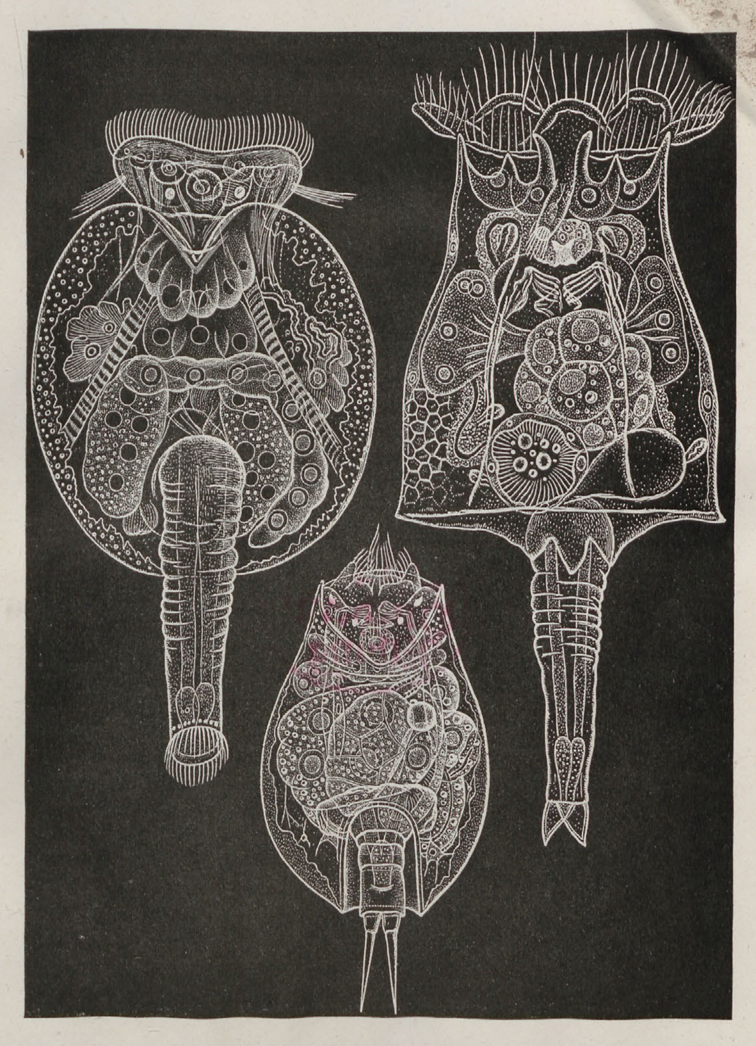
Ihr Studium ist für jeden Naturfreund von demselben außergewöhnlichen Genuß wie das der Urwesen; ja eigentlich angesichts dessen, daß sie auf einer bedeutend höheren Stufe der Organisation stehen, also in einem gewissen Sinn menschenähnlicher sind, noch viel wertvoller. Wenn wir davon hören, daß es lebendige Wesen gibt, die im Prinzip auch so organisiert sind wie wir, die einen von Muskeln bewegten Zahnapparat, einen vielzelligen Magen und Darm besitzen, dazu Speicheldrüsen, eine sehr einfache Form von Nieren mit einer Harnblase, ein Gehirn und Nerven die zu roten Augen und Tastwerkzeugen führen; daß in diesen Geschöpfen weibliche und männliche Fortpflanzungsorgane entwickelt sind, daß sie Eier ausbilden, die sich bald jungfräulich entwickeln, bald befruchtet werden, zu kleinen Embryonen auswachsen, manchmal aber auch lebendig geboren werden — daß man alles dies in lebendigem Zusammenarbeiten und Wirken sehen kann, also die Kiefern kauen, den Magen verdauen, die Muskeln arbeiten, die Harnblase und den Darm sich zusammenziehen, die Entwickelung der

Lesezeichen

Dieses Buch ist spätestens zurückzugeben am:

20.12.44





Rädertiere. Links oben = Pterodina elliptica. In der Mitte = Squamella bractea. Rechts oben = Brachionus quadratus.
(Nach Originalen des Verfassers. Gezeichnet von J. Iseli.)



Eier fortschreiten, weil ein solches wunderbares Rädertierchen durchsichtig ist wie das feinste Glas; wenn man davon liest, daß man mit leichter Mühe das ganze Leben eines solchen Wesens verfolgen kann, wie es Jagd macht, seine Bedürfnisse verrichtet, wächst, sich fortpflanzt und stirbt, muß da nicht in jedermann der Wunsch erwachen, ein solches „Modell des eigenen Organismus" mit eigenen Augen zu sehen, und muß man es sich nicht als beneidenswert vorstellen, sich zum Kenner dieser anziehenden Welt auszubilden, der seine freien Stunden und Tage oder sein Leben überhaupt dazu verwendet, Rädertiere in der Natur aufzusuchen, ihren Bau, ihr Leben zu beobachten, immer tiefer in all' das Absonderliche einzudringen, das wir hier in Umrissen hingestellt haben und neue Entdeckungen zu machen, da gerade auf diesem Gebiet sich noch sehr vieles von wissenschaftlichem Wert mit einfachen Hilfsmitteln erarbeiten läßt!

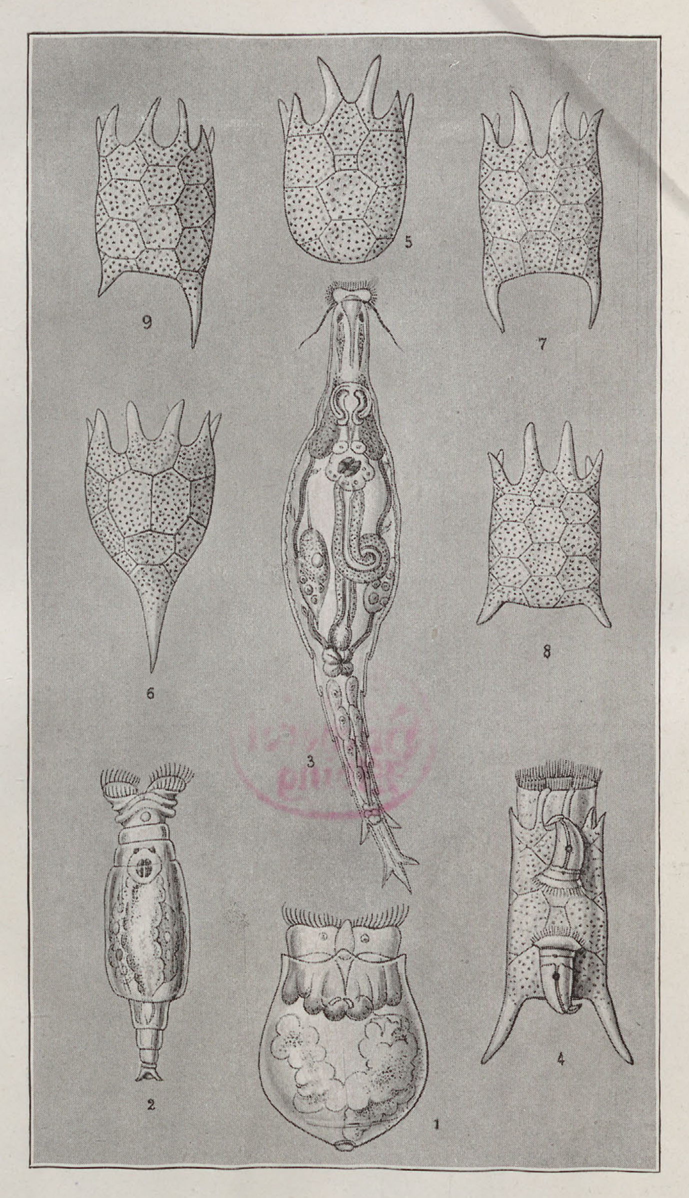
Ich wenigstens halte das für beneidenswert und erinnere mich der Jahre meines Lebens, die ich mit solchem Inhalt füllen durfte, als der glücklichsten. Die Forscherfreuden, die Selbstbildung durch die Natur, die Befriedigung an solchem selbsterarbeitetem Wissen, sie sind unaussprechlich. Man glaube ja nicht, daß man durch sie nichts anderes erreicht als eine genaue Kenntnis eines für das Menschenleben völlig nichtssagenden Winkels der Natur! — Ich rufe dafür alle Liebhabernaturforscher als Zeugen auf, daß man, gleichgültig womit man sich auch beschäftigt, durch das Selbstdenken und Forschen an den Naturerscheinungen in seinem ganzen Wesen geändert, befestigt, methodischer, überlegener, scharfsichtiger, ruhiger und zufriedener wird. Man gewinnt eine Unmenge Begriffe an die man zuvor nie gedacht hat, erfaßt eine Fülle von Problemen, von deren Dasein man gar nichts ahnte und gelangt zu einer Philosophie des individuellen Lebens, die man früher nie für möglich gehalten hätte und die außerordentlichen Halt in allen Wechselfällen des Seins gewährt. Der Kopf erfüllt sich mit anderen Gesichtspunkten, man lernt sub specie aeternitatis urteilen, kurz gesagt: man hat eine unverrückbare Basis für sein Denken gewonnen.

Man glaubt sicher, daß ich aus Enthusiasmus übertreibe. Aber man wird davon zurückkommen, wenn man es mit eigenen Augen gesehen hat, dieses lebendige Uhrwerk, das ich hier leider nur beschreiben kann, statt es von Auge zu Auge zu zeigen.

Wie mannigfaltig die äußere Gestaltung der Rädertiere ist, haben wir schon gestreift und ein Blick auf die anbei abgebildeten 50 Arten, die so ziemlich die ganze Rotatorienfauna

vor Augen stellen, die man in einem Sumpf oder See entdecken kann, wird in dieser Hinsicht alles noch fehlende ergänzen. Diese Gestaltung ist natürlich ebensowenig zufällig, wie die der Urwesen, die der Pflanzen und Tiere überhaupt. Sie ist vielmehr die Resultante einer noch nicht genügend erforschten Gestaltungsursache, die man als die stammesgeschichtliche bezeichnen kann und der Anpassung an die Lebensverhältnisse. Von der ersteren hat die Naturforschung gerade nur erst das Problem erkannt. Wenn wir es von den Sphären wissenschaftlicher Ausdrucksweise herabholen und auf das einfachste ausdrücken, so lautet es: warum haben die Insekten gerade 6 Beine und die Spinnen 8? Warum sind die Gliedertiere gegliedert und die Weichtiere nicht? Das sind durchaus berechtigte Fragen für die Forschung, aber wir fühlen auch gleich, wie schwierig ihre Beantwortung ist, von der man sich heute noch meilenweit entfernt fühlt. Sie wollen wir daher auch nicht zergliedern, oder nur insofern, als sich durch die Erkenntnis der Anpassungen an die Lebensweise zugleich erkennen lassen wird, was denn an der Gestaltung dieser Tiere nicht anpassungsfähig ist.

Wir sehen hier ganz von den Schmarotzern ab, bemerken aber doch gleich bei den ersten Versuchen Rädertiere zu erbeuten, daß es ganz bestimmte Formen unter ihnen gibt, die sich nicht dauernd unter die Schlammbewohner mischen, sondern reines klares Wasser aufsuchen und müßten sie es dadurch erkaufen, daß sie zeitlebens, Tag und Nacht rastlos schwimmen. In großen Seen und kleinen Teichen bewohnen sie fern vom Ufer und allen Wasserpflanzen die dicht unter der Oberfläche liegenden Wasserschichten. Es sind namentlich die Gattungen Anuraea, Notholca, Asplauchna, Polyarthra, seltener Pompholyx, Conochilus und Triarthra auf deren Bekanntschaft man dort mit Bestimmtheit rechnen kann. Eine solche Lebensweise wäre undenkbar, wenn diese Tierchen sich dazu nicht in ganz besonderer Weise ausrüsten würden. Man kann es gar nicht annehmen, daß sie immerzu selbsttätig durch Schwimmbewegungen sich oben erhalten, da ja auch die unvergleichlich kräftigeren Fische in ihrer Schwimmblase ein treffliches Hilfsmittel haben, um ihr spezifisches Gewicht zu erleichtern, wenngleich es auch in diesem Fall noch dunkel ist, wie es dann um die Haie, denen bekanntlich die Schwimmblase fehlt, in dieser Hinsicht steht. Da ist es denn wohlverständlich, warum gerade die schwebenden Rädertierchen mit mächtigen Auslegestangen an ihrem Panzer geziert sind, so die Anuraeaarten oder namentlich Notholca longispina oder warum die an solchem Orte jederzeit zu treffenden Polyarthraarten sechs flossenförmige Anhängsel haben (Bild S. 83),



Rädertiere. 1 = Pompholyx complanata (nach Hudson-Gosse). 2 = Philodina citrina (Original des Verfassers). — 3 = Rotifer vulgaris (nach Zacharias). — 4 = Anuraea aculeata. Weibchen in Begattung. Von zwei Männchen umworben. (Nach Krätzschmar.) 5 = Anuraea stipitata. — 6 = A. cochlearis. — 7 = A. aculeata. — 8 = A. brevispina. — 9 = A. valga. (Fig 5—9 nach Originalen des Verfassers.)


Stadt
Bücherei
Elbing

die sie übrigens ruckweise bewegen können, wodurch sie in unbehilflichen kleinen Sprüngen durch das Wasser eilen. Etwas schwer verständlich ist es, durch welche „Schwebeanpassungen“ sich die mächtigen bis 1 Millimeter langen Asplanchna- und Asplanchnopusarten das Schwimmen erleichtern. Man muß hierbei wohl in Betracht ziehen, daß gerade diese Tiere besonders „locker“ gebaut sind; die Angehörigen der erstgenannten Gattung entbehren sogar des Darmes. Außerdem mag hier die besonders große Harnblase von Asplanchnopus nicht unähnlich wirken wie die Schwimmblase der Fische, schließlich ist bei diesen Tieren auch das Muskelsystem so außerordentlich entwickelt, daß man es gerade in diesem Falle glauben kann, dieses Tierchen könne andauernd schwimmen. Immerhin bleibt hier noch etwas Unerklärtes, das weiterer Untersuchungen wohl wert wäre.

Von den Tümpelbewohnern will es uns für die seßhaften gar wohl einleuchten, daß sie sich mit Vorliebe eine Art Schutzgehäuse bauen. Unbewehrt und unbeweglich wie sie sind, bedürfen sie namentlich für den ungeschützten Hinterleib eines Schutzes, etwa so wie der Einsiedlerkrebs der zu diesem Zweck leere Muscheln aufsucht. Das können nun die Floscularia-, Stephanoceros-, Oecistes- und Melicerta-Rädertierchen denen es ähnlich geht, zwar nicht, wohl aber helfen sie sich durch ein sehr probates und in der niederen Tier- und Pflanzenwelt oft angewandtes Mittel: sie scheiden Gallerte aus. In eine solche Gallertkugel gehüllt, schweben auch die Conochilusarten an der Wasseroberfläche. 2—30 Tierchen dieser Art stellen sich so zusammen, daß ihre Füße einander berühren (Bild S. 87), dann scheiden sie Gallerte aus, die miteinander verschmilzt und die ganze Kugel einhüllt. Sie erleichtert ihr das Schweben und verhindert Schmarotzer und Feinde, sich in den ungeschützten Winkeln zwischen die Füße einzunisten.

Die anderen genannten Formen, die man mit noch mehreren Gehäusebewohnenden als Gruppe der Rhizota zusammenzufassen pflegt, sitzen alle an Wasserpflanzen, an denen sie sich mit dem gewöhnlich in eine Art Saugnapf endigenden Fuß anheften. In diesem Fuß befinden sich zwei Drüsen, die den klebrigen Stoff absondern, aus dem sich die schützende Röhre erbaut. Weil an der klebrigen Gallerte gewöhnlich auch noch kleine Schlammteilchen haften bleiben, wird diese Röhre meist ohne weiteres sichtbar, obwohl die Gallerte selbst durchsichtig wie Glas ist.

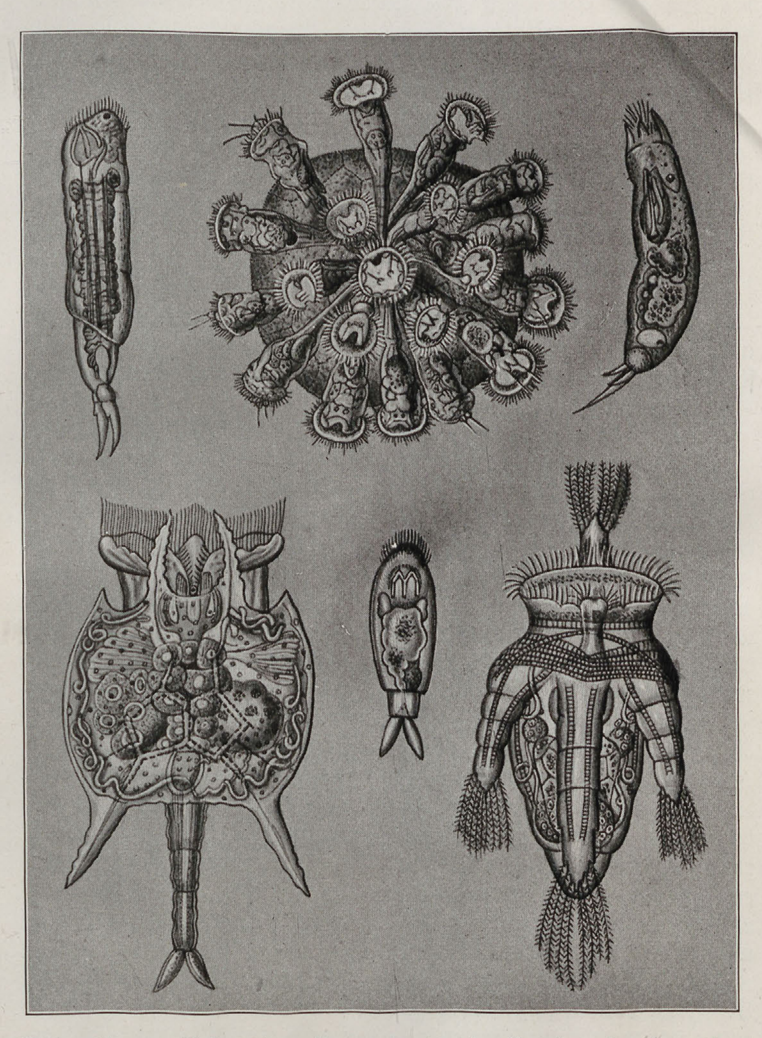
Es ist ein ungemein drolliger Anblick, eine Floscularia zu beobachten, die sich in ihrer Röhre sehr wohlgeborgen zu fühlen scheint. An sich ist sie ein stattliches und schönes Tier, das einen

ganz eigenartigen Fangapparat besitzt, der in manchem etwas an den der Sonnentierchen, wenigstens dem Anblick nach erinnert. Weit ausgestreckt lauert sie auf ihre Beute — da hüpft ein Ruderkrebschen vorbei und streift den hungrigen Wegelagerer ungestüm. Sofort schnellt dieser zurück, seine Längsmuskeln ziehen ihn behend zu einer Kugel zusammen die in der kleinen Röhre Platz hat und erst nach einigen Minuten traut sie sich aus dem Gehäuse, reckt sich, und entfaltet ihr Räderorgan erst dann, wenn die Lage wieder sicher erscheint. Aus diesem Verhalten ersieht man die Funktion der Gehäuse ohne weiteres. (Bild S. 92.)

Das Rädertierchen Melicerta ringens erbaut seine Gehäuse auf so eigene Art, daß es dadurch zum kuriosesten Schaustück dieser kleinen Welt wird. Es ist nicht selten an Wasserpflanzen zu finden, doch sieht man nur schwer ein Tierchen, das gerade beim Hausbau begriffen ist. Samuel Bartsch, ein älterer Forscher hat in seiner Naturgeschichte der um Tübingen lebenden Rädertiere eine höchst anschauliche Beschreibung davon gegeben, die man wieder vergessen zu haben scheint, weshalb ich sie gerne hersetze. Er beobachtete, daß diese Tiere dicht unterhalb ihres Mundes eine nach außen offene mit Wimpern umkleidete Höhlung besitzen, die er das „Pillenorgan“ nennt. (Bild S. 103.)

Er sagt des weiteren: „Die in diese Aushöhlung gelangten Körnchen werden rasch und mühlsteinförmig gedreht; rasch, wenn noch wenig Material vorhanden ist, langsamer, je größer die sich bildende Kugel wird; ist sie groß genug, d. h. füllt sie fast das Pillenorgan aus, so führt das Tier mit sicherer und rascher Bewegung des oberen Körperteiles die Öffnung des Pillenorganes an den Rand des Gehäuses und schlägt behende die fertige Pille an, welche unter günstigen Umständen gewöhnlich hängen bleibt; dann beginnt die Arbeit von neuem. Das Material aus dem Melicerta die Pillen bereitet, besteht aus allerlei Körnchen und Körperchen, wie sie sich eben in der Umgebung finden; nun gelangen auf die oben angegebene Weise hauptsächlich die eigenen Exkremente in die Nähe der Zilien, somit liefern diese den Hauptteil des Materiales, woraus sich die einförmige und bestimmte Farbe (der Pillen) erklärt; der ursprünglich helle gelbliche Darminhalt wird als solcher zu Pillen verarbeitet und an Ort und Stelle gebracht; erst später nimmt er nach und nach die charakteristische dunkle Farbe an, und scheint sogleich zu verhärten; auch scheinen die klebrigen Elemente aus den Exkrementen zu stammen.

Von dem Gesagten kann man sich sehr leicht durch Indigozusatz überzeugen. Wird sehr viel Indigo zugesetzt, sieht man



Rädertiere. Links oben Furcularia forficula, daneben eine Kolonie von Conochilus volvox, rechts oben Coelopus tenuior. Links unten Noteus quadricornis, in der Mitte (Proales) Pleurotrocha gibba, rechts unten Pedalion mirum (= Hexarthra).

(Nach Daday.)

die Körnchen teils durch den Mundtrichter in den Magen und Darm gelangen, teils mittels des am Mundtrichter befindlichen Ziliensaumes in das Pillenorgan geführt werden. Die Pillen werden wie gewöhnlich gedreht, bestehen, wie es ihre Farbe zeigt, fast aus bloßen Indigokörnchen, aber es gelingt dem geschickten Arbeiter nicht, sie an Ort und Stelle zu befestigen, und wenn es auch gelingt, fallen die Körnchen bald auseinander. Setzte ich sehr wenig Indigo zu, so beeinflußte er die Arbeit nur insofern, als sich die Pillen schön blau färbten. Solche blaue Pillen sah ich zwölf und mehr an den Rand des Gehäuses anheften. Auch bemerkte ich bei dieser Gelegenheit, daß die Pillen trotz der großen Regelmäßigkeit des Gehäuses nicht sukzessive aufeinander gelegt werden, sondern in gewissen, aber so bestimmten Abständen, daß zwischen je zwei immer andere zwei — drei genau Platz finden."

Dieses Tierchen verrät also, daß die wunderbaren Instinkte der Insekten auch in dem Reich der Kleintiere nicht fehlen, und wenn Melicerta hier noch ziemlich vereinzelt dasteht, so liegt dies wohl weniger an einer Unvollkommenheit der Natur, als daran, daß man die Rädertiere auf ihr Sinnes- und Instinktleben hin, noch sehr wenig geprüft hat. Wir wissen wohl, daß es gewisse Arten gibt, die wie Philodina roseola auf dem Schnee, auch in den Hochalpen leben und können uns vorstellen, daß dieser eigentümliche Aufenthaltsort Besonderheiten der Lebensweise nach sich ziehen muß, aber wir haben diese noch nicht studiert. Andere Rotatorien heften sich mit Vorliebe an Hüpferlinge und Ruderkrebschen an (so namentlich viele Brachionusarten), wieder welche (die Gattung Cypridicola) leben schmarotzend in den winzigen Muschelkrebschen die jedes stehende Wasser durcheilen, eines (Proales wernecki) hat sich in den grünen Vaucheriaalgen eingenistet und erzeugt an diesen wahre Gallen, ein anderes (Proales parasitica) sitzt in den Volvoxkugeln und frißt sie von innen aus. Über die Instinkte dieser Tiere wissen wir noch gar nichts.

Besser bekannt ist Callidina symbiotica, ein mit den gemeinen Rotiferen verwandtes Tierchen, von dem Selenka nachwies, daß es weder durch eine Kälte von —20^0 noch eine Hitze von 70^0 getötet wird. Die Callidinen leben in dem Moose Frullania dilatata, das eine Vorrichtung zum Wasserauffangen besitzt, welche die Gestalt einer mit der Öffnung nach unten gerichteten Klappe hat. In diesem kleinen Behälter leben die Callidinen, und in dem weitverbreiteten „Pflanzenleben" von A. v. Kerner ist ein Bild aufgenommen, auf dem die Rädertierchen aus ihrem Aquarium munter die Wimpern in die Luft strecken. Dies ist

natürlich nicht möglich. Auch dagegen lassen sich Bedenken erheben, ob aus dieser „Symbiose“, der Pflanze wirklich Vorteile erwachsen. Man hat angenommen, daß die Exkremente des Rädertieres dem Moose als Dünger nützen, es liegt jedoch kein Beweis dafür vor.

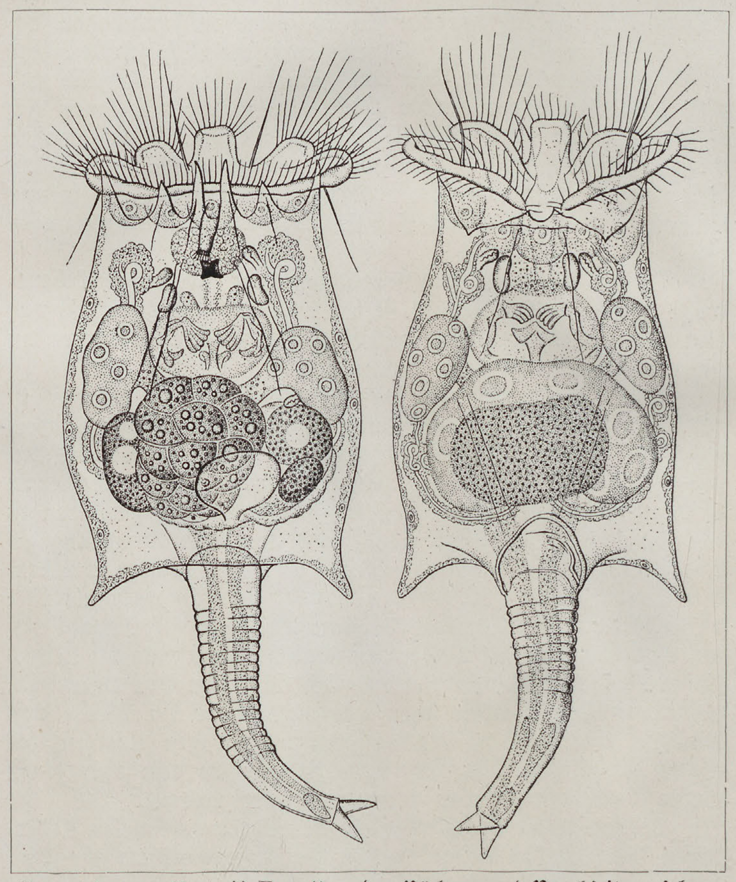
Die Rädertiere haben offenbar allerlei noch unbekannte Schutzmittel, um sich vor der für Wasserwesen furchtbaren Gefahr des Vertrocknens zu schützen; wahrscheinlich scheiden ihre Fußdrüsen Schleim aus, der den ganzen Körper umhüllt und eine immerhin etwas feuchte Hülle schafft. So muß man sich wohl auch die Anabioseerscheinungen deuten. Zweifelsohne werden sich noch viele solche biologische Besonderheiten entdecken lassen, wenn man nach ihnen forscht; ein weites Feld schöner Entdeckungen steht da allen mikroskopierenden Naturfreunden offen.

So viel läßt sich jetzt im allgemeinen über ihre Lebensweise sagen. Besser bekannt ist der Bau der Rädertierchen, von dem wir bereits angedeutet haben, daß er zu den wunderbarsten Schaustücken der lebendigen Natur zählt.

Die außergewöhnliche Durchsichtigkeit ihres Körpers ist natürlich in erster Linie eine Folge ihrer Kleinheit. Ihre Körperhülle besteht aus demselben Chitin, aus dem sich auch die Insekten ihren oft so mächtigen Panzer erbauen; sie ist nur hier in so dünnen Schichten entwickelt, daß sie durchsichtig geblieben ist wie Glas. Es mag hierzu jedoch auch noch eine Anpassung getreten sein, die sich bei allen dauernd im klaren Wasser schwebenden Tieren findet. Sie werden nämlich durchsichtiger als ihre an anderen Orten lebenden Verwandten. Dies gilt sowohl von den Krebschen, die als Cladoceren ähnliche Schaustücke des Mikroskopes sind wie die Rotatorien, wie auch von den Würmern, sogar von den Wassermilben und noch mehr im Meere von Quallen, Kielschnecken, Manteltieren und großen Krebsen, die oft so durchsichtig sind, daß man sie nur an dem oder jenen farbig durchschimmernden inneren Organ erkennt.

Infolge dieser Durchsichtigkeit erkennt man an vielen Rädertieren die lebenden Zellen, welche die Außenhaut als ihr Produkt abgeschieden haben. Diese chitinbildende Hypodermis besteht aus, miteinander verschmolzenen Zellen, wie man besonders gut bei den Brachionus- und Asplanchnaarten sehen kann und ist bei allen Rädertieren sehr stark im Kopf entwickelt. Dort bildet sie ein wahres Polster, aus dem die Wimpern entspringen und das zugleich als Stützpunkt den Muskeln dient, die das Räderorgan in den Leib zurückziehen können. Dieser Vorgang, den man leicht jederzeit beobachten kann, gewährt einen überaus

fesselnden Anblick. Die Philodina- und Rotiferarten stülpen ihr Räderorgan und ihren Fuß so leicht aus und ein, wie man ein Teleskop auszieht. Sie kriechen nach Art der Spannerraupen umher, haften mit dem Fuß irgendwo fest, schieben auf einmal aus ihrem Kopf einen zweilappigen Fortsatz heraus, auf dem



Brachionus Entzii Fr. Von der Rücken- und Bauchseite gesehen.
(Nach den Originalen des Verfassers. Gezeichnet von J. Iseli.)

heftig schlagende Wimpern zwei sich drehende Räder vortäuschen, die in einem rasenden Wirbel kleine Schlammpartikelchen, Kieselalgen und Infusorien umherschleudern. Wenn die Rädertiere frei schwimmen, ziehen sie mit ihrem Wimperorgan wie ein Propeller, manchmal sogar sehr hurtig dahin, ein fürwahr

prachtvoller Anblick! Aber ihr Strudeln bezweckt nicht nur Bewegung, sondern auch Nahrungserwerb. Das Ruderorgan, so vielgestaltig es auch sein kann, ist doch stets so gebaut, daß ein Wimpersaum die herangestrudelten Bissen in den Mund leitet, der sich stets am Kopfe befindet.

Es würde uns zu weit führen, wollten wir hier die einzelnen Typen der Rädertiere auf den Bau ihres Wimperapparates hin untersuchen, der bald hufeisenförmig, bald in Lappen gegliedert, oder entzweigeteilt, bald sehr rückgebildet wie bei den Schmarotzern, aber auch hochentwickelt ist, wie z. B. bei Floscularia. Diese Typen lernt jedermann bei der Untersuchung der Tiere ohnedies bald kennen, auch verrät die Betrachtung der beigegebenen Bilder mehr davon, als eine noch so langatmige Beschreibung. Wichtiger als dies erscheint mir die überraschende Übereinstimmung mit den entsprechenden Organen der Wimpertierchen. Die Übereinstimmung zwischen dem Räderapparat der meisten Rotatorien und dem Periston von Vorticella oder Stentor ist wirklich groß. Wie kommt es, daß bei zwei so verschiedenen Wesensgruppen dasselbe Mittel zu demselben Zweck in Anwendung kam? Diese Konvergenzerscheinung gehört zu den größten Rätseln der lebenden Natur. Sie hat seinerzeit Ehrenberg und andere Naturforscher dazu verlockt, die Infusorien und Rädertiere für nahe Verwandte zu halten, was schon deswegen nicht berechtigt ist, da die erstgenannten Einzeller, die letzteren aber vielzellige Tiere sind. Wir haben seitdem erkannt, daß solche Konvergenzerscheinungen sehr weit verbreitet sind, daß es als solche zu gelten hat, wenn die Wale und Delphine fischähnlich, viele Wasserpflanzen fadenalgenähnlich gestaltet sind, aber wir haben noch keinerlei Möglichkeit, uns diese „Umgestaltung durch die Lebensweise" befriedigend zu erklären.

Hochinteressant ist es, das Schicksal eines von dem Wimperapparat herangewirbelten Bissens zu verfolgen. Als solche Bissen kommen meist Bruchstücke von Pflanzen, Algen, kleine Flagellaten und Ziliaten in Betracht. Hydatina senta lebt mit Vorliebe in Pfützen, in denen Schwärme von Änderlingen ihr Spiel treiben und stopft sich dann mit Euglenen voll. Asplanchna ist Kannibalin und frißt auch andere Rädertiere, unter Umständen sogar kleinere Asplanchnen und die eigenen Jungen. Ein besonders großer Räuber ist Floscularia, die einfach unersättlich ist.

Gelang es, einen Bissen zu erhaschen, wird er mit einem einzigen Schluck in den Schlundkopf befördert, der an jedem Rädertier, namentlich aber an den Philodiniden dem Beschauer sofort in die Augen fällt (Bild S. 95), da in ihm zwei feste mit Leisten besetzte Platten unaufhörlich auf und zuklappen. Dieser Kau-



Rädertiere:
1 = Triarthra longiseta. 2 = Notommata tigris. 3 = Floscularia ornata (ausgebreitet und in die Hülle zurückgezogen). 4 = Scaridium longicaudum. 5 = Mastigocerca rattus.
(Nach Ehrenberg.)

apparat, den manche ältere Naturforscher ob seiner rastlosen Beweglichkeit für das Herz der Rädertiere hielten, ist sehr verwickelt gebaut. Er besteht aus kräftigen Muskeln und einem für die Verhältnisse der Kleinwelt furchtbaren Kiefergerüst, das auch das Chitin besteht, daher übrig bleibt und leicht studiert werden kann, wenn man tote Rädertiere in Kalilauge mazeriert. Man hat dieses Zahnwerk mit einem Amboß und zwei Hämmern verglichen (Bild S. 95) und es erinnert in manchen Gestaltungen auch wirklich daran. Trotz seines mörderischen Aussehens erfüllt es jedoch seinen Zweck nur sehr unvollkommen, denn man sieht häufig im Magen die angeblich zerkauten Opfer noch munter umhertanzen, oft sogar sich wie rasend gebärden. Erst die ätzenden verdauenden Säfte des Magens und des Darms zähmen ihren Lebensmut auf das Gründlichste. Es fehlen nämlich diese Organe nicht im Körperchen der Rädertiere, mit Ausnahme der Asplanchna, bei denen sich ein Bündel Magenzellen wie eine Traube an den Kauer anheftet. Aus ihm gelangen die unverdauten Reste wieder zu den Kiefern zurück, die sie erfassen und beim Munde hinauswerfen, was ebenfalls einigermaßen an die Vortizellen erinnert.

Ansonst ist der Verdauungsapparat der Rotatorien von einer bewunderungswürdigen und lehrreichen Vollkommenheit, so daß man es z. B. jedem angehenden Mediziner und Physiologen zur Pflicht machen sollte, dieses Wunderwerk in seiner lebendigen Tätigkeit einmal studiert zu haben. Denn wo findet sich wieder die Gelegenheit, einem lebendigen Wesen dermaßen in den Magen schauen zu können?

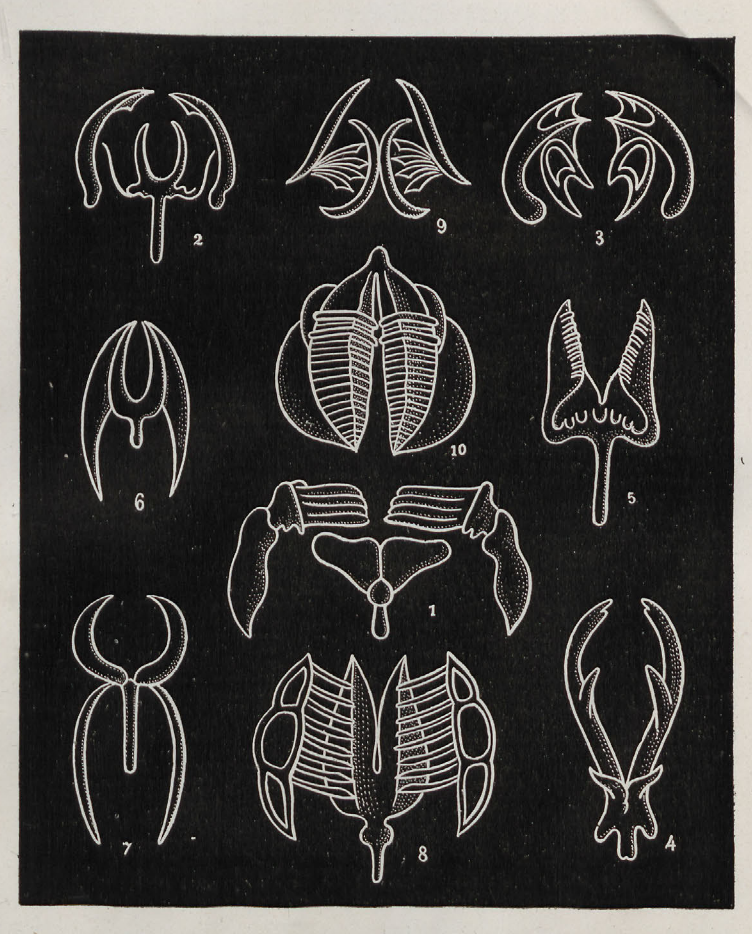
Es fehlt diesen Tieren nicht an Speicheldrüsen, die gewöhnlich zu zweit an dem Kauer sitzen; sie haben einen Schlund, der mit Flimmerhaaren bedeckt ist (Ausnahmen sind jedoch Scaridium, Metopidia, Synchaeta, usw.), also die Bissen in den Magen strudelt. Dieser selbst ist das auffälligste Organ des ganzen Körpers. Er besteht aus sehr großen Zellen (Bild S. 90), die meist braungefärbt und mit vielen gelben Fettropfen, durchsetzt sind. Richtet man das Augenmerk auf die Innenseite des Magens, erkennt man, daß auch sie flimmert und den Speisebrei stets ein wenig in Bewegung erhält. Auch in den Magen ergießen sich Drüsenabscheidungen wie bei dem Menschen und zwei farblose gestielte Drüsen (sog. Pankreasdrüsen) erkennt man (namentlich bei Brachionus) mit Leichtigkeit daran, daß sie sehr große Zellkerne enthalten. Was sie abscheiden, weiß man nicht. Es bleibt noch zu erforschen, ob sie das Urbild der Galle, der Milz oder der Leber sind.

An den Magen schließt sich oft, wenn auch nicht immer ein

besonderer Darm, der bei gewissen Arten, so namentlich bei Adineta vaga sogar zu einer Schlinge zusammengekrümmt ist. Da der Darm peristaltische Bewegungen vollführt, muß man ihm besondere Muskulatur zuschreiben; im Inneren flimmert er noch stärker als der Magen. In ihm befinden sich natürlich nur mehr feinkörniger Speisebrei, aus dem die nährenden Stoffe wohl unmittelbar durch die Darmzellen aufgenommen werden, da ein Lymph- oder Blutgefäßsystem bei den Rädertieren nicht bekannt ist. Wohl zirkuliert eine, zuweilen gelbliche, sogar rötliche Flüssigkeit in den Lücken zwischen den Organen und man sieht auch zuweilen farblose Kügelchen darin umherschwimmen. Ob dies jedoch Blutkörperchen sind, ist noch nicht untersucht und ein Mikrologe der dem Endstadium der Verdauung und der Gewebeernährung der Rädertiere seine Aufmerksamkeit zuwendete, würde eine verdienstliche Arbeit leisten. Ebensowenig sicheres ist vorläufig über die Atmung bekannt. Wir können nur annehmen, daß sie sich durch die Haut vollzieht; auch ist es denkbar, daß eine wahre Darmatmung, die ja so vielen Wassertieren zukommt, vorhanden sei. Wenigstens wird bei der Nahrungsaufnahme stets auch Wasser verschluckt das Luft enthält und alle Gewebe des Körpers infiltiert. Dieses Wasser wird durch ein besonderes Organ wieder gesammelt, in eine Harnblase geleitet, die sich von Zeit zu Zeit zusammenzieht und ihren Inhalt ausspritzt, wenn die Wassergefäße nicht überhaupt gleich im After münden wie das bei Conochilus, Pterodina oder Philodina der Fall ist.

Der Bau dieser Exkretionsorgane ist ebenfalls noch nicht genügend geklärt. Wir sehen wohl namentlich an den Asplanchnaarten, oder an Lacinularia, Hydatina oder Brachionus, mit Leichtigkeit, daß sie aus verschiedentlich zusammengeknäuelten, durch feine Fäden im Körper frei aufgehängten Kanälen bestehen, an denen kleine, meist wie eine Glühbirne aussehende Anhängsel sitzen, in denen es flimmert und wirbelt, wie als ob darin Wimpern schlagen würden. So gibt es auch die neueste Bearbeitung der Rädertiere in Eyferths einfachsten Lebensformen an; doch ist dies irrig, da in Wirklichkeit in diesen „Zitterorganen" eine undulierende Membran vorhanden ist. Hiermit ist aber auch unser sicheres Wissen über die Wassergefäße erschöpft. Es ist natürlich nur eine Vermutung, daß sie als abscheidende Organe, also als Nieren dienen; unerklärlich ist hierbei die Funktion der Zitterorgane und es ist wohl möglich, daß sie noch eine, vorläufig unbekannte Aufgabe haben.

Jedenfalls sind sie nicht männliche Geschlechtsorgane wie in Ehrenbergs großem Rädertierwerke zu lesen, denn die Rotatorien sind durchwegs getrennten Geschlechtes und es gibt nicht



Typen der Kauapparate von Rädertieren. 1 = Brachionus urceolaris. 2 = Polyarthra platyptera. 3 = Stephanoceros Eichhornii. 4 = Asplanchna Brightwelli. 5 = Microcodon clavus 6 = Proales felix. 7 = Distemma raptor. 8 = Melicerta ringens. 9 = Apsilus lentiformis. 10 = Rotifer citrinus.

(Nach Daday.)

allzu viele Mikrologen, denen bereits Männchen dieser Tiere vor Augen gekommen sind.*) Weibchen und Männchen unterscheiden sich hier so sehr, daß die Rädertiere wahrhaft klassische Beispiele für das Phänomen der geschlechtlichen Zwiegestalt (sexueller Dimorphismus) sind. Als Beispiel diene hier unser Bild auf S. 83 das Anuraea im Geschlechtsakt darstellt. Was jedermann bekannt ist, wenn er an Stier und Kuh oder Hahn und Henne denkt, findet sich in dieser Welt der winzigen Abmessungen wieder. Die Männchen der Rädertiere sind (mit Ausnahme der Gattung Seison) viel kleiner als die Weibchen und oft so verschieden gestaltet, daß sie kaum als zu ihrer Gattung gehörig erkannt werden können. (Bild S. 103.) Sie sind wahre Kümmerlinge, die keine Nahrung aufnehmen und meist nicht länger als zwei Tage leben. Viele haben gar keine Mundöffnung, der Kauapparat fehlt, ebenso sind der Magen und seine Hilfsorgane gerade nur angedeutet. Auch die anderen Organe sind rückentwickelt und sogar das Räderorgan ist nur unvollkommen. Dafür enthält das Körperchen dieser Krüppel einen mächtigen, von Drüsen umgebenen Muskelschlauch, in dem eine Menge Samenfäden umherwimmeln, da sein Inneres flimmert. Diese unglücklichen Geschöpfe sind also reine Sklaven einer einzigen Funktion. Sie verbringen ein dumpfes kurzes Dasein nur von der einzigen Begierde erfüllt, ein Weibchen zu treffen. Wie sich die Befruchtung vollzieht, hat man nur sehr selten beobachtet. Die Männchen umschlingen hierbei mit dem Räderorgan die Weibchen seitlich und nur bei Diglena sah man, daß die Hodensackmündung als wahrer Penis in die Kloake gesteckt wurde. Auch sah man schon Weibchen, in deren Körper die dickköpfigen Samenfäden zwischen den Organen umherschwammen — aber über allem Weiteren liegt ein dichter Schleier. Mysteriös wird das Geschlechtsleben unserer kleinen Lieblinge noch besonders dadurch, daß die Männchen stets nur im Falle der Not entstehen. In normalen Wochen, unter dem glücklichen Himmel des Frühlings und der Sommertage lebt ein Rädertierweibchen wahrscheinlich einige Wochen und setzt ohne Befruchtung Junge in die Welt, so reichlich, daß Ehrenberg, der solche Berechnungen liebte, einmal ausgerechnet hat, ein Rädertier könne sich in 11 Tagen auf 4 Millionen vermehren. Anders aber, wenn sengende Hitze der Tümpel austrocknet oder im Kreislauf des absteigenden Jahres die ersten Fröste die Lebensbedingungen bis zur Unerträglichkeit verschlechtern! Dann erscheinen die Männ-

*) Von den meisten Gattungen sind Männchen überhaupt noch unbekannt.

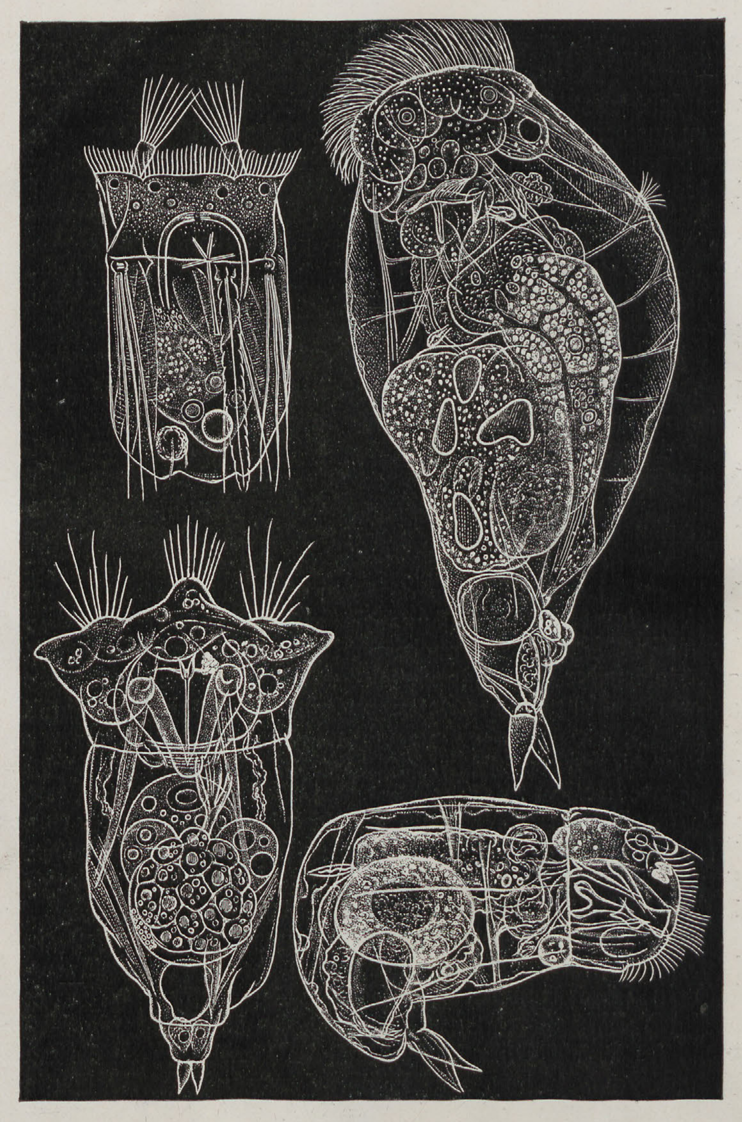
chen. Nur die befruchteten Eier sind geschützt, dickschalig und können Ausfrieren und Austrocknen unbeschadet überstehen. Was veranlaßt jedoch die Weibchen bei Herannahen der Gefahren statt Eiern aus denen wieder Weibchen hervorgehen, solche zu erzeugen, aus denen Männchen auskriechen? Wir wissen es nicht und das ist das Mysteriöse.

Wenn ich vorhin den angehenden Medizinern das Studium der Rädertiere empfohlen habe, da sie ihnen ein Modell der Verdauung bieten, so kann ich diese Empfehlung wiederholen, wenn sie nach einer Vorschule für die Physiologie der Fortpflanzung suchen.

Alle wichtigeren Vorgänge der Eibildung und der Entwicklung der Eier werden im Körper eines Wappentierchens (Brachionus) entzückend durchsichtig.

Die weiblichen Geschlechtsorgane liegen stets in unmittelbarer Nähe des Darmes, werden daher von dem Anfänger leicht damit verwechselt. Am leichtesten erkennt man den meist sehr großen Eierstock, an den blassen, von einem hellen Hof umschlossenen 8 Kernen (siehe das Bild auf S. 90), die man als Keimbläschen bezeichnet. Der ganze Eierstock ist in einen dünnen Sack eingeschlossen, der mit der Mündung an der Kloake oder einer besonderen Geschlechtsöffnung angewachsen ist. Man kann nun leicht alle Stadien der Eibildung verfolgen. Denn die Eier sind nichts anderes als ein Stück der Dottermasse des Eierstockes, das sich mit einem der Kerne abschnürt und nun langsam ausreift. Es wandert hierbei im Eileiter, d. h. in dem Sacke abwärts und wird ausgestoßen, wenn seine Zeit erfüllt ist. Die Asplanchnen und viele Rotiferarten gebären jedoch lebende Junge, da die Eier ihre Entwicklung bereits im Mutterleib beginnen und vollenden. Hier wird also der Eileiter zum wahren Uterus und für menschliche Verhältnisse ist ein lehrreiches Vorbild geschaffen.

Ansonst werden die Eier entweder auf einen Haufen zusammengelegt, so von Philodina roseola, der Ehrenberg deshalb in seiner innigen Art Gemütlichkeit zuschreibt, da sie sonst als Hermaphroditen (für die er sie hielt) ein schrecklich freudloses Dasein führen. Oder die Weibchen schleppen die am Unterleib angeklebten Eier mit sich, wie man namentlich häufig an Brachioniden oder an Triarthra sieht. Insofern sind unverkennbar die Anfänge einer Brutpflege vorhanden. An den Eiern kann man jederzeit die Elemente der Embryologie studieren, da sich gewöhnlich verschiedene Entwicklungsstadien beisammen finden. Trotzdem ist diese Sache merkwürdigerweise nicht so gut erforscht, als man meinen sollte. Nach Eckstein beginnt die Embryonalentwicklung stets mit einer sog. ungleichen Teilung,



Rädertiere. Links oben = Polyarthra platyptera, rechts = Hydatina senta. Links unten = Synchaeta pectinata (schwach vergrößert), rechts = Diglena catellina (stärker vergrößert).

(Nach Originalen des Verfassers gezeichnet von J. Iseli.)

die sich auch weiterhin fortsetzt, so daß bald ein aus großen Zellen bestehendes „Entoderm“ und ein kleinzelliges Ektoderm zustande kommt. Sehr bald erfolgt die Gliederung des Körpers, dann bilden sich die Kiefer, Wimpern treten auf, jedoch merkwürdigerweise nicht nur am Kopfe, sondern auch am Schwanzende, die allerdings später wieder verschwinden.*) Gewöhnlich schlüpfen die Jungen vollentwickelt aus ihrer Eihaut, doch hat man neuerdings doch eine, wenn auch sehr reduzierte Metamorphose beobachtet. Floscularia ist z. B. zuerst eine bewimperte, frei umherschwimmende Larve. Erst wenn sie sich zur Ruhe setzt, gestaltet sie sich um und streckt ihre langen Arme aus. Melicerta hat bei dem Ausschlüpfen aus dem Ei noch kein Räderorgan, dafür jedoch Augen, die später rückentwickelt werden, ein seltsames Beispiel für die gestaltende Macht der Lebensweise! Triarthra hat „neugeboren“ noch keine Flossenanhängsel und so wird sich wohl noch mancherlei herausstellen, wenn die Entwicklungsgeschichte der Rädertiere besser studiert sein wird.

So trat uns dieser kleine Organismus dennoch als ein hochentwickelter entgegen und muß selbstverständlich auch entsprechend mit leitenden und einheitlich regulierenden Elementen durchsetzt sein. Die Rädertiere besitzen ein hochentwickeltes Nervensystem und zahlreiche, allerdings noch sehr wenig studierte Sinnesorgane.

Ihr Nervenleben einigt sich in einem gutentwickelten Gehirn, das man an Brachionus, Synchaeta, Philodina, Eosphora, Cathypna, Squamella und vielen anderen Gattungen an der Rückenseite ohne weitere Präparation sehen und daran leicht erkennen kann, daß ihm häufig ein oder zwei rote Augen aufsitzen. Dieses Gehirnganglion setzt sich aus sehr vielen kleinen Nervenzellen zusammen, die beieinander sitzen wie die Einzelfrüchte einer Maulbeere und ein Geflecht der Nervenfasern umgeben. In winzigen und einfachen Verhältnissen gewährt es einen gewissen Begriff des menschlichen Gehirnes mit seiner grauen Hirnrinde, um so mehr als auch von hier Nervenstränge zu den Muskelgruppen und namentlich zu den Sinnesorganen laufen. Besonders die Augen sind, wenn sie nicht dem Gehirnknoten selbst aufsitzen, mit ihm in fester Verbindung. Auch sie sind einfache und lehrreiche Vorbilder für verwickeltere Verhältnisse. Ich habe in ihnen, dort wo sie gut entwickelt sind (z. B. bei Brachionus), stets einen rotgefärbten „Pigmentbecher“ gefunden, an dessen Grunde eine glashelle Linse liegt. Unter Umständen sind jedoch die Augen schwarz oder auch völlig ungefärbt (z. B. Hydatina). Unbegreiflich ist es, daß auch manche der sehr lebhaft beweg-

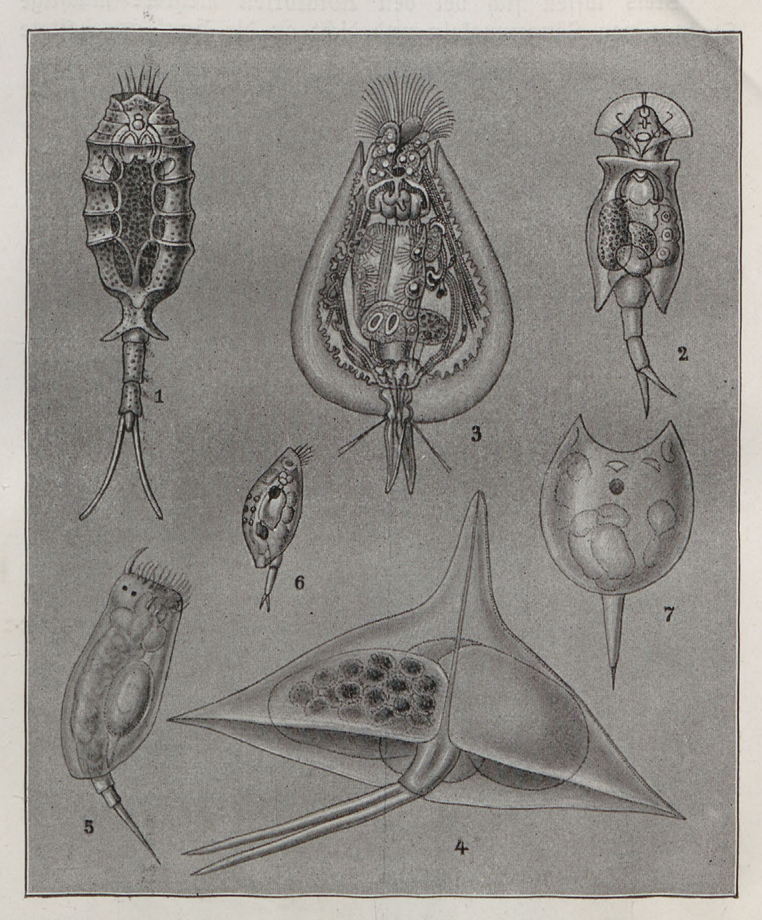
*) Nur bei Pterodina bleibt diese bewimperte Scheibe zeitlebens erhalten.

lichen Arten der Augen dennoch entbehren. Nerven verlaufen auch zu den Tastorganen, die sowohl am Rücken, wie zu beiden Seiten oder auch an der Stirne ihren Sitz haben können. Dies letztere gilt von dem gemeinen Rotifer, der auch die Augen in diesen Taster verlegt hat.

Wenn man Brachionusarten daraufhin untersucht (siehe das Bild S. 90) erkennt man unschwer, daß dieser Taster ein verwickeltes Gebilde ist. Er trägt steife Borsten am Ende, die mit feinsten Nervenfasern in Verbindung sind. Diese wieder laufen in einen spindelförmigen Knoten von Ganglionzellen zusammen, der an das Gehirn seine Leitungsdrähte sendet. Der Taster vermittelt also sicher Sinneseindrücke; nur ist es noch nicht entschieden, ob er nach Art der Tasthaare bei höheren Tieren tätig ist, oder aber als Geruchsorgan dient.

Wunderbar „innerviert" sind auch die anderen Organe des Rotatorienkörpers. An mehreren Stellen des Körpers finden sich Ganglien, wobei der medizinisch Gebildete sogleich an die „sympathischen Ganglien" denken wird, die im Menschen Herz, Darm, Blutgefäße, Speichel- und Tränendrüsen usw. bedienen. Dem entsprechend findet man Ganglien auch bei den Rädertieren im Unterleib. Solche habe ich bei Squamella und Brachionus quadratus entdeckt; bei Asplanchna ist sogar eine ganze Kette dieser Ganglien vorhanden. Besondere Nervenstränge laufen auch zu einzelnen Tasthaaren, zu den Wassergefäßen, dem Darm, zu den Geschlechtsorganen und auch zu dem Fuß, den E. v. Daday nicht mit Unrecht auch für einen Tastapparat hält. Wenn man im allgemeinen das Nervensystem der Rädertiere als schwachentwickelt bezeichnet, kann ich dem wirklich nicht zustimmen; dagegen läßt sich wohl sagen, daß es noch ungenügend studiert sei. Den Liebhabern winkt hier mancher Lorbeerkranz.

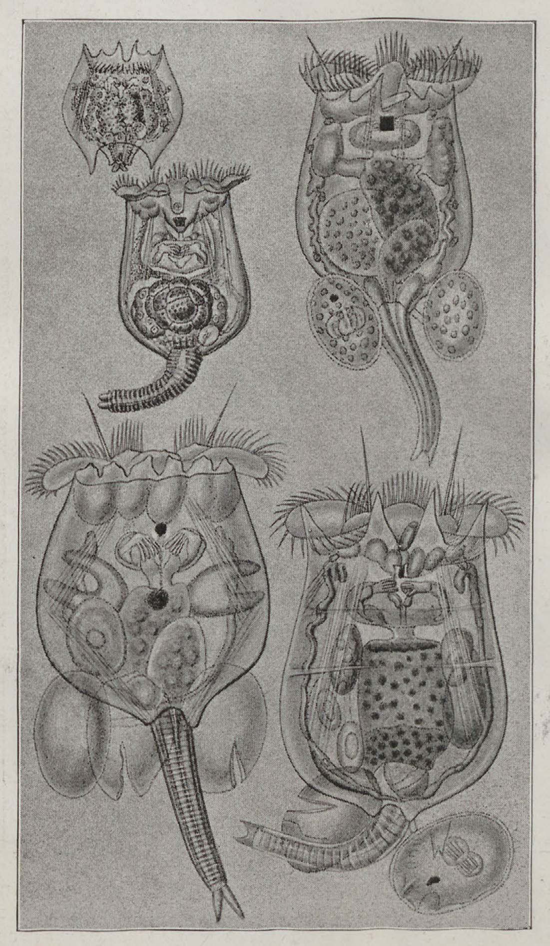
Gut innerviert sind auch die mächtigen Muskeln, die in mancherlei Systemen den Körper kreuz und quer durchspinnen. Und auch hier verleugnen unsere kleinen Lieblinge nicht das Vorbildliche, das wir schon wiederholt an ihnen rühmten. Wenn der angehende Anatom sich über glatte und quergestreifte Muskeln belehren will, möge er Planktonrädertierchen studieren, denn in ihnen sieht er beide in Funktion (besonders Polyarthra und Triarthra kommen hierfür in Betracht, aber auch Euchlanis oder Scaridium). Oft sieht er dann Übergänge zwischen beiden, kann sich überzeugen, daß die Muskeln von einer Scheide umschlossen sind und kann den wundervoll belehrenden Zusammenhang zwischen Funktion und Muskelbildung an klassischen Beispielen studieren. Es wird zweifelsohne eine Zeit kommen, da man jeden Anatomieunterricht damit beginnen wird, daß man die Neulinge



Rädertiere 1 = Dinocharis pocillum. 2 = Stephanops lamellaris. 3 = Euchlanis triquetra. 4 = Dieselbe von anderer Seite. 5 = Colurus dulcis. 6 = Colurus uncinatus. 7 = Monostyla lunaris. (Nach Hudson-Gosse, Leydig und Ehrenberg.)

erst einmal den Bau ausgewählter Rädertiere genau untersuchen läßt.

Stets lassen sich bei den Rotatorien mehrere mächtige Stränge von Längsmuskeln und dicht an die Haut angeheftete

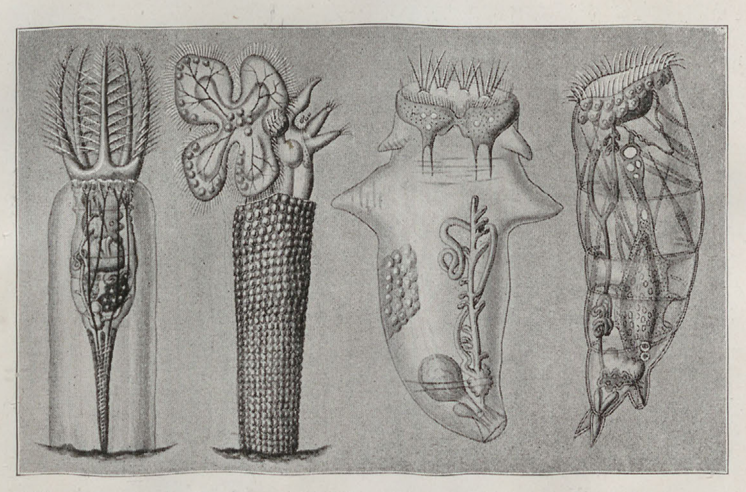


Die häufigsten Brachionus-Arten. Links oben Br. brevispinus. Darunter Br. urceolaris, darunter Br. Mülleri, rechts oben Br. rubens, rechts unten Br. pala. (Nach Daday und Ehrenberg.)

Ringmuskeln unterscheiden. Am gewaltigsten pflegen die entwickelt zu sein, denen das Rückziehen des Räderorgans anvertraut ist, ebenso jene, die man als Rückzieher des Fußes bezeichnen

kann. Die Ringmuskeln bilden wieder ein wohlgeordnetes System, das oft so kräftig funktioniert, daß bei Krampfanfällen die Asplanchnen sich reflektorisch den Hals völlig zuschnüren.

Jedes Organ das bewegt wird, hat natürlich seine Muskeln. Es gibt welche, die den Kopf und Fuß seitwärts ziehen; die Flossen der Polyarthren haben mächtige Muskeln als Diener, die Gliedmaßen von Pedalion werden von prachtvoller Muskulatur durchzogen. Magen und Darm haben ihre Ringmuskulatur, die Harnblase wird von zwei sich kreuzenden Systemen feinster Muskelfäden umsponnen, wie ein Ballon von seinem Netz. Eierstock, Drüsen, Eingeweide, alles wird von Muskeln dirigiert, an



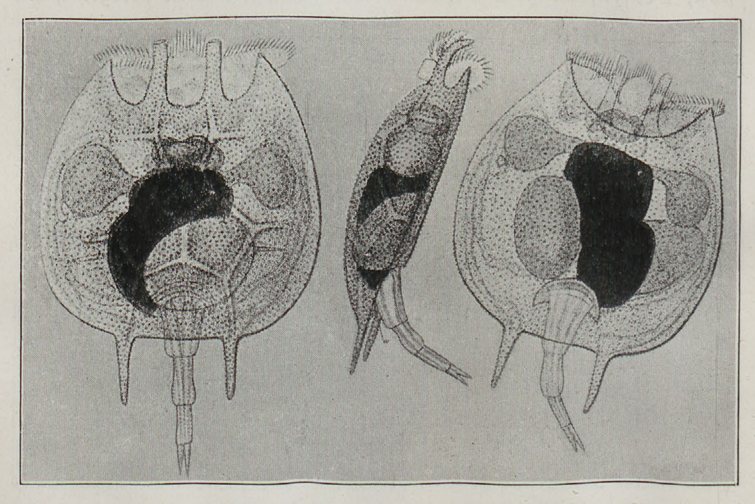
Rädertiere. Von links nach rechts = Stephanoceros Eichhornii, daneben = Melicerta ringens. Beide schwach vergr. Männchen von Asplanchna und Hydatina (rechts am Rande) stark vergr.

die sich wieder Nerven schließen, die im Gehirn zusammenlaufen. So greift eines ins andere und erbaut einen Mechanismus von bewunderungswürdiger Vollkommenheit auf dem Raum eines Staubkornes.

Dazu kommen noch Fasern, Träger und Füllpolster aus Bindegewebe, welche die einzelnen Organe in ihrer Lage erhalten, an die Innenwand des Körpers anheften, oder geringfügige Lücken zwischen ausfüllen, allerdings nicht so dicht, daß nicht Raum bleiben würde für die ernährende und den Stoffwechsel besorgende Blutflüssigkeit, die ständig alle Organe umspült. Wahrscheinlich wird sie, da ein Herz fehlt, dadurch in Fluß gehalten, daß der Magen bei den meisten Rädertieren durch

seine Muskeln in schaukelnder Bewegung gehalten wird; auch ist anzunehmen, daß die Zitterflammen hierzu ebenfalls ihr Teil beitragen.

Im Fuß sitzen noch die Kittdrüsen, die zum Festheften und zur Ausscheidung der Gallerte dienen der wir vorhin die Lebensrettung gelegentlich der Austrocknung beimaßen; außerdem gibt es noch verschiedene Organe, über deren Bedeutung man noch nichts weiß. Man sieht bei den Männchen stets an dem Ausführungsgange des Hodens eine Gruppe von spindelförmigen Stäbchen und stark lichtbrechenden Körnchen liegen. Die Arten der Gattungen Coelopus, Rattulus und Mastigocerca führen in



Faksimile aus Ehrenberg, Die Infusionstierchen. 1838.
Von links nach rechts = Noteus quadricornis Rückenansicht.
„ „ von der Seite.
„ „ von der Bauchseite.

einer großen Blase eine klebrige Masse, die sie auch ausspritzen können. Bei Copeus labiatus und den Notommataarten hat das Gehirn ein rätselhaftes Nebenorgan, einen Beutel mit undurchsichtigen Körnchen, den man seines Aussehens halber den Kalkbeutel nennt, ohne aber daran irgendeinen physiologischen Begriff knüpfen zu können. Hierher gehören auch die ganz unverständlichen rückziehbaren fußartigen Organe, die manche Notholca- und Anuraeaarten bei der Kloakenöffnung ab und zu herausstrecken, ebenso der fingerförmige Fortsatz am Räderorgan von Anapus. Und so wird sich noch mancherlei anderes entdecken lassen, was heute noch der Aufmerksamkeit der Natur-

forscher entgeht, da erst relativ wenig Rädertiere ganz genau auf ihren Innenbau hin untersucht sind. Ich z. B. habe schon im Jahre 1894 von Brachionus Entzii zwei rätselhafte Körper beschrieben, die zu beiden Seiten des Gehirnes liegen; auch an den Rückentastern von Brachionus eine merkwürdige feinere Struktur, namentlich dieselbe Querstreifung der Nerven beschrieben, die Weber bei Hydatina fand. An Squamella bractea fand ich eine außerhalb aller Organe liegende große Ölkugel von unbekannter Bedeutung und nach meinen noch unveröffentlichten Aufzeichnungen verschiedene derartige Nebenorgane, über die noch eingehendere Forschungen erst Aufklärung bringen werden.

Mit diesen letzten Nachbesserungen wäre das Bild der Rädertiere vollendet, durch das ich dieser Gruppe interessantester Wesen neue Freunde werben und vor allem die Schule darauf aufmerksam machen wollte, welch unbezahlbares, leicht zu erreichendes und auf das einfachste zu demonstrierende Studienmaterial und dadurch eine anschauliche Vorschule der Anatomie und Physiologie diese Tiere bieten. In diesem Sinne werden sie bereits bei einem der Lehrkurse des Biologischen Institutes verwendet, durch welche die deutsche mikrologische Gesellschaft, als die größte wissenschaftliche Vereinigung die in Deutschland das Studium der Kleinwelt auf ihr Banner geschrieben hat, aus ihren Mitgliedern wissenschaftlich gebildete Kenner heranzubilden sucht. Der zoologische Unterricht würde ein ausnehmend wertvolles und anziehendes Kapitel mehr gewinnen, wenn er dieses Beispiel befolgt und die Rädertiere, die heute noch selbst in der Jubiläumsausgabe des besten der existierenden zoologischen Schulbücher, nämlich dem von Prof. Schmeil völlig fehlen, in der Weise heranzieht, wie es in unserem obigen kleinen „Lehrbuch der Rädertierkunde“ versucht wurde.

Um aber unsere Skizze diesem Zwecke, für die Hand des Lehrers und des Amateurs auch völlig brauchbar zu machen, muß ihr eine Tabelle beigefügt werden, die es erlaubt, die 140 Rädertierarten zu bestimmen, denen man auf den Streifzügen durch die heimischen Gewässer stets begegnen kann.

Bestimmungsschlüssel der wichtigsten Rädertiergattungen.

1\. Mit sechs muskulösen Armen (Scirtopoda) . . . . Pedalion (Hexarthra)
Ohne muskulöse Arme 2
2\. Der gegliederte Körper ist wie ein Teleskop aus- und einschiebbar. Tiere mit einem Rüssel. (Bdelloida) . . . 14
Nicht wie ein Teleskop aus- und einschiebbar, ohne Rüssel am Kopf 3
3\. Kolonienbildend oder in Gehäusen (Rhizota) und Schleimröhren (Apsilus) 16
Einzellebend, ohne Gehäuse (Ploïma) 4
4\. Gepanzert (Loricata) 18
Ungepanzert (Illoricata) 5
5\. Innerer Wimpernkranz (= Trochus) gut entwickelt . . . 6
Trochus schlecht entwickelt 7
Trochus fehlend 10
6\. 1 farbloses Auge . . . (Bild S. 98) Hydatina senta Ehrb.
1 rotes Auge . . . . Notops brachionus Ehrb.
2 Augen . . . . Triphylus lacustris Ehrb.
7\. Ohne Springfortsätze 8
Mit 3 Springfortsätzen . . . . . Triarthra longiseta Ehrb.
Mit 6—12 Springfortsätzen . . Polyarthra platyptera Ehrb.
8\. Äußerer Wimpernkranz (= Cingulum) unterbrochen Synchaeta
Cingulum vollständig vorhanden 9
9\. Darmlos. Mit Fuß. Lebendgebärend . . . . Asplanchnopus myrmeleo Ehrb.
Darmlos. Ohne Fuß. Lebendgebärend . . . Asplanchna
Darmlos. Ohne Fuß. Eierlegend . . . . Ascomorpha helvetica Perty
Mit Darm . . . . Microcodon clavus Ehrb.
10\. Kopf rüsselartig ausgezogen. 2 Augen . . . . . Diglena
Kopf nicht rüsselartig ausgezogen 11
1 Auge (nur Distemma und Eosphora besitzen 2 Augen)
11\. 1 Auge 12
Mehrere Augen. Körper zylindrisch Distemma collinsi Gosse
Mehrere Augen. Körper eiförmig . . . . Eosphora digitata, najas, elongata

12. Mit ohrenförmigen Fortsätzen am Kopf 13
Ohne Ohren. Cingulum nur eine Wimperfläche . . Proales
Ohne Ohren. Cingulum eine Wimperfläche, um die sich noch ein Wimpernkranz zieht Furcularia gracilis Ehrb.

13. Gehirn birnförmig, Ohren oft sehr klein . . . . Notommata
Gehirn dreilappig . . . . . . Copeus labiatus Gosse u. a.

14. Räderorgan zwei Räder 15
Räderorgan nicht zweilappig . . . . Adineta

15. Ohne Augen . . . . Callidina
Augen vorhanden am Rüssel . . . . Rotifer
Augen vorhanden am Rumpf . . . . Philodina

16. Kolonien festsitzend, in gemeinschaftlicher Gallerthülle . . . . Lacinularia socialis Ehrb.
Kolonien festsitzend, ohne gemeinschaftliche Gallerthülle . . . . Megalotrocha semibullata Th. u. spinosa Th.
Kolonien freischwimmend . Conochilus unicornis (1 Taster), volvox (2 Taster)
Einzellebend aber im Gehäuse 17

17. Mit 5 langen Armen, Gehäuse eine Gallertröhre . . (Bild S. 103) Stephanoceros Eichhornii Ehrb.
Mit 5 Zipfeln an denen lange Wimpern stehen. Gehäuse gallertig . . . . Floscularia
Statt Armen und Zipfeln Räderorgan. Gehäuse gallertig . . . . Oecistes socialis Web.*)
Mit Räderorgan. Gehäuse aus soliden Kugeln bestehend . . . . . . (Bild S. 103) Melicerta ringens Schr.

18. Fuß fehlt 19
Fuß vorhanden, lang und geringelt 20
Fuß vorhanden, außer den Zehen noch 1—4 Glieder (Segmente) 21

19. Am Räderorgan ein fingerförmiger Fortsatz Anapus (gestrichelt) ovalis Berg, (glatt) testudo Laut.
Kein fingerförmiger Fortsatz 2 Augen . . (Bild S. 83) Pompholyx complanata Gosse
Kein fingerförmiger Fortsatz 1 Auge . . . . . . Anuraea (Notholca ist davon als Gattung ganz unzuverlässig nur durch Felderung des Rückens geschieden.)

20. Fuß entspringt aus der Mitte des eirunden Rumpfes, am Ende ohne Zehen . . . . . . Gastropus stylifer Imh.

(* Auch Limnias und Tubicolaria von denen sich Oecistes dadurch unterscheidet, daß der Fuß dreimal so lang wie der Körper ist. Tubicolaria hat ein vierlappiges, Limnias nur ein zweilappiges Räderorgan.

Fuß entspringt aus der Bauchseite des rundlichen, dornenlosen Panzers am Ende bewimpert . . . . . . Pterodina
Fuß entspringt vom Hinterende des mit Dornen bewehrten Panzers, am Ende mit Zehen . . . . Brachionus

21. Fuß 1gliedrig 22
Fuß 2gliedrig *) 25
Fuß 3gliedrig 26

22. Panzer am Rücken gespalten 23
Panzer am Rücken nicht gespalten 24

23. Panzer vorne und hinten abgestutzt . . . . Diaschiza
Panzer vorn und hinten mit Dornen . . . . Salpina

24. Fußöffnung mit einem chitinösen Stehkragen . . . Distyla
Fußöffnung ohne diesen Stehkragen . . . . . . Cathypna

25. Fuß mit einer sehr langen Zehe . . . . Mastigocerca
Fuß mit einer kurzen Zehe . . . . Monostyla
Fuß mit zwei Zehen von gleicher Länge . . . . Rattulus helminthodes Gosse
Fuß mit zwei ungleichen Zehen . . . . Coelopus

26. Fuß stets sehr lang ausgezogen. Fuß auch gepanzert . . . . (Bild S. 101) Dinocharis
Fuß stets lang ausgezogen, jedoch nicht gepanzert Scaridium
Fuß nicht lang ausgezogen 27

27. Kein deutliches Auge. Panzer mit Zähnchen und hinten mit Dornen besetzt . . . . . Noteus quadricornis Ehrb.
Kein Auge. Panzer ohne Dornen und Zähnchen . . . . Lepadella ovalis Ehrb.
Ein Auge vorhanden 28
Zwei Augen vorhanden 29
Vier Augen vorhanden (Bild S. 79) Squamella bractea Ehrb.

28. Panzer am Rücken gespalten . . . . Diploïs daviesae Gosse
Panzer am Rücken nicht gespalten . . . . Euchlanis

29. Die Platten des Panzers klaffen an der Bauchseite. Seitlich komprimiert. Kopf ohne Schild . . . . Colurus
Die Platten klaffen nicht. Kopf mit Schild. Panzer oval und stets ohne hintere Dornen dorsiventral flach Metopidia
Die Platten klaffen nicht. Kopf mit großem Schild. Panzer nicht oval, hinten meist mit Dornen zylindrisch . . . . Stephanops

*) Wenn schlecht zu sehen, Tiere mit langen, dornenartigen Zehen.

Artenbestimmungsschlüssel

für die vielgestaltigsten Gattungen in alphabetischer Reihenfolge:

1. **Anuraea** (mit **Notholca**). (Bild S. 83.)

1. Panzer hinten abgerundet, vorn abgestutzt A. hypelasma Gosse
   Panzer abgerundet, gestreift vorn mit Dornen . . . . A. (Notholca) striata Ehrb.
   Panzer hinten abgestutzt, zugespitzt oder mit Dornen versehen, gefeldert 2
2. Panzer hinten mit 2 Dornen . . . . . . A. aculeata Ehrb.
   im Sommer treten dornenlose Formen auf (var. curvicornis und var. squamula); im Winter die langdornige typische Form. Kurzdornige werden als var. brevispina bezeichnet, solche mit ungleichen Dornen als var. valga. (Bild S. 83.)
   Panzer gekielt hinten mit einem kurzen mittleren Dorn . . . . A. cochlearis Gosse
   (Die var. tecta Gosse hat den Dorn fast ganz rückgebildet).
   Panzer gekielt, mit einem rückziehbaren hinteren Dorn . . . . A. (Notholca) foliacea Ehrb.
   Panzer mit beweglichen Seitendornen . . . . A. (Notholca) spinifera Gosse
   Panzer hinten lang ausgezogen A. (Notholca) longispina Kell.

2. **Asplanchna.** (Bild S. 95 und 103.)

1. Weibchen mit 3 Augen 2
   Weibchen nur mit 1 Auge 3
2. Innenrand der Kiefer mit spitzigen Zähnen besetzt . . . . A. priodonta Gosse
   Kiefer ohne solche . . . . A. triophthalma Dad.
3. Dauereier gerunzelt 4
   Dauereier nicht gerunzelt . . . . . . A. Brightwelli Gosse
4. Männchen mit 2 (A. intermedia) oder 4 (A. Ebbesborni Huds) Seiten- und Rückenfortsätzen . . A. intermedia Huds
   Männchen nur mit 4 Seitenfortsätzen . . A. Sieboldi Leyd.

3. Brachionus. (Bild S. 90 und 102.)

1. Panzervorderrand mit 2 Dornen mit Längsfalten . . . . Br. plicatilis Ehrb.
   Panzervorderrand mit 2 Dornen, ungefaltet . . . . Br. angularis Gosse.
   Panzervorderrand mit 4 Dornen 2
   Panzervorderrand mit 6 Dornen 3
   Panzervorderrand mit 12 Dornen . . . Br. militaris Ehrb.
2. Panzer viereckig, netzig (Bild S. 79) Br. quadratus Rouss.
   Panzer eiförmig, glatt . . . . Br. pala Ehrb.
3. Panzer glatt, durchsichtig . . . . . . Br. urceolaris Ehrb.
   Panzer glatt, rötlich . . . . Br. rubens Ehrb.
   Panzer durchsichtig, gekörnt . . . . Br. Bakeri Ehrb.

4. Callidina.

1. Fuß in Zehen endigend 2
   Fuß in einer Haftscheibe endigend. Kiefer mit 3 Zähnen . . . . C. symbiotica Zel.
   Fuß in Haftscheibe endigend. Kiefer mit 4 Zähnen . . . . C. tetraodon Ehrb.
2. Kauapparat mit Querleisten . . . . . . C. elegans Ehrb.
   Kauapparat mit Zähnen. Fuß lang. Körperlänge nicht über 0,50 mm . . . . C. socialis Kell.

(Eine große Anzahl von Arten findet sich in den Schriften von Janson und Zelinka beschrieben.)

5. Colurus. (Bild S. 101.)

1. Fuß nur mit 1 Zehe (Monura) . . . . C. dulcis Ehrb.
   Fuß mit 2 Zehen 2
2. Fuß kürzer als die Zehen, Panzer hinten mit stumpfen Spitzen . . . . C. leptus Gosse
   Fuß kürzer als die Zehen. Panzer hinten mit scharfen Spitzen . . . . C. caudatus Ehrb.
   Fuß länger als die Zehen, 4gliedrig . . C. uncinatus Ehrb.
   Fuß länger als die Zehen, 3gliedrig 3
3. Hintere Panzerspitzen sehr lang . . . . C. deflexus Ehrb.
   Hintere Panzerspitzen mäßig lang . . C. bicuspidatus Ehrb.
   Hintere Panzerspitzen fehlen . . . . . . C. grallator Gosse

6. Diglena. (Bild S. 98.)

1. Zehen kurz . . . . D. catellina Ehrb.
   Zehen lang 2
2. Zehen gerade. Augen dicht beisammen . . D. grandis Ehrb.
   Zehen gerade. Augen weit voneinander . D. caudata Ehrb.
   Zehen gekrümmt und sehr lang . . . . . D. uncinata Miln.
   Zehen gekrümmt und nicht sehr lang . . D. forcipata Ehrb.

7. Euchlanis. (Bild S. 101.)

1. Panzer am Rücken mit einem Kiel . . . E. triquetra Ehrb.
   Rücken ohne Kiel 2
2. Fuß am letzten Glied mit 4 Borsten . . . E. deflexa Gosse
   Fuß mit nur 2 Borsten, kurz . . . . . E. dilatata Ehrb.
   Fuß mit nur 2 Borsten, jedoch lang . . . E. macrura Ehrb.

8. Floscularia. (Bild S. 92.)

1. Mit 7 Zipfeln . . . . Fl. regalis Huds.
   Mit 5 gleichen Zipfeln . . . . Fl. coronetta Cub.
   Mit 4 gleichlangen und einem längeren Zipfel 2
2. Der längere Zipfel mit einem Fortsatz Fl. appendiculata Leyd.
   Der längere Zipfel ohne Fortsatz 3
   Zwischen den Zipfeln ohne Wimpern . . . Fl. ornata Ehrb.

9. Mastigocerca. (Bild S. 92.)

1. Panzer gekielt 2
   Panzer ohne Kiel, Zehe kürzer als $^1/_3$ des
   Körpers . . . . M. stylata Gosse.
   Panzer ohne Kiel, Zehe länger als $^1/_3$ . . . . . M. bicornis Ehrb.
2. Panzer ohne Dornen. Kiel länger als $^1/_2$ des
   Körpers . . . . M. rattus Ehrb.
   Panzer ohne Dornen. Kiel kürzer . . . M. carinata Ehrb.
   Panzer mit Dornen . . . . M. cornuta Eyf.

10. Notommata. (Bild S. 19 und 92.)

1. Mit langen Zehen . . . . N. aurita Ehrb.
   (N. ansata Ehrb. ist nur eine kleinere Kopie von N. aurita.)
   Mit kurzen Zehen 2

2. Körper spindelförmig, Gehirn durchsichtig . . N. najas Ehrb.
Körper eiförmig, Gehirn wegen einer Kalkmasse undurchsichtig . . . . N. tripus Ehrb.

11. Philodina. (Bild S. 83.)

1. Kauapparat mit 3 Zähnen, Körper bestachelt . . . . Ph. aculeata Ehrb.
Kauapparat mit 3 Zähnen, unbestachelt Ph. macrostyla Ehrb.
Kauapparat mit 2 Zähnen, Körper behaart . . . . Ph. hirsuta Pritch.
Kauapparat mit 2 Zähnen, unbehaart 2
2. Sehr großes Räderorgan . . . . . Ph. megalotrocha Ehrb.
Kleineres Räderorgan, farbloser Körper . . . . Ph. erythrophthalma Ehrb.
Kleineres Räderorgan, rötlich . . . . . . Ph. roseola Ehrb.
Kleineres Räderorgan, grüngelb . . . . . Ph. citrina Ehrb.

12. Proales. (Bild S. 87 und 95.)

1. Lebt schmarotzend in Vaucheriaalgen . . Pr. Wernecki Ehrb.
Lebt schmarotzend in Volvoxkolonien . Pr. parasitica Ehrb.
Lebt schmarotzend in Acanthocystis-Sonnentierchen . . . . Pr. latrunculus Pén.
Freilebend 2
2. Mit kurzem Fuß . . . . Pr. decipiens Ehrb.
Mit langem Fuß 3
3. Zehen kurz. Augen klein . . . . Pr. petromyzon Ehrb.
Zehen lang. Auge klein. Körper spindelförmig . . . . Pr. tigridia Gosse
Zehen lang, Auge klein, Körper aufgeblasen . Pr. gibba Ehrb.
Zehen lang, Auge sehr groß . . . . Pr. felis Ehrb.

13. Pterodina. (Bild S. 79.)

Panzer elliptisch, Augen entfernt . . . . P. elliptica Ehrb.
Panzer elliptisch, Augen beisammen . . . P. clypeata Ehrb.
Panzer rund . . . . P. patina Ehrb.
Körper mit zipfeligem Anhang . . . . P. emarginata Wierz.

14. Rotifer. (Bild S. 83.)

1. Körper dunkelbraun . . . . R. tardus Ehrb.
   Körper gelbgrün . . . . R. citrinus Ehrb.
   Körper farblos 2
3. Fuß plötzlich abgesetzt mit kurzen Dornen R. macrurus Ehrb.
   Körper allmählich in den Fuß übergehend; dieser mit längeren Dornen . . . . R. vulgaris Ehrb.

15. Salpina.

1. Panzer vorn mit 2 Dornen . . . . . . S. brevispina Ehrb.
   Panzer vorn mit 4 Dornen . . . . . . S. mucronata Ehrb.

15. Stephanops. (Bild S. 101.)

Panzer hinten ohne Dorn . . . . S. muticus Ehrb.
Panzer hinten mit 2 Dornen . . . . . . S. cirrhatus Ehrb.
Panzer hinten mit 3 Dornen . . . . . . S. lamellaris Ehrb.

17. Synchaeta. (Bild S. 98.)

1. Räderorgan mit 4 Borstenwarzen 2
   Räderorgan mit 4 einfachen Borsten . . S. tremula Ehrb.
2. Mit 1 Wimperbuckel . . . . S. oblonga Ehrb.
   Mit 2 Wimperbuckeln . . . . S. pectinata Ehrb.

Übersicht der wichtigsten Literatur, die zur Einarbeitung in die Rädertierkunde dienlich ist:

Zur ersten Einführung in den Gegenstand dienen:

*1. Eyferth-Schönichen, Einfachste Lebensformen des Tier- und Pflanzenreiches. 4. Aufl.
*2. Lampert, K., Das Leben der Binnengewässer. 2. Aufl.
*3. Blochmann, Die mikr. Tierwelt des Süßwassers. 1. Aufl.
*4. Zacharias, O., Die Tier- und Pflanzenwelt des Süßwassers.

Die mit * bezeichneten Werke stehen den Mitgliedern der mikrolog. Gesellschaft aus deren Bibliothek unentgeltlich leihweise zur Verfügung.

Fachwissenschaftliche Werke sind:

* 1. Bartsch, S., Rotatoria Hungariae. 1877.
2. Bilfinger, Zur Rotatorienfauna Württembergs. (Jahresbericht d. Ver. f. vaterländ. Naturkunde. 1892).
* 3. Daday, v. E., A halak természetes tápláléka. (Die natürliche Nahrung der Fische.) Budapest 1897.
4. Dujardin, F., Histoire naturelle des Infusoires. Paris 1841.
5. Eckstein, K., Die Rotatorien der Umgegend von Gießen. (Zeitschr. f. wiss. Zoologie 1883.)
6. Ehrenberg, Chr. G., Die Infusionstierchen als vollkommene Organismen. 1838. Mit großem Atlas.
* 7. Francé, R., Beiträge zur Kenntnis der Rotatorienfauna Budapests.
8. Hudson, C. u. Gosse, P., The Rotifera. London 1886 bis 1889. Mit Atlas.
9. Janson, O., Versuch einer Übersicht über die Rotatorien-Familie der Philodinaëen. Bremen 1893.
*10. Krätzschmar, F., Über den Polymorphismus von Anuraea aculeata.
*11. Langhans, V., Asplanchna priodonta und ihre Variation. (Archiv f. Hydrobiologie 1906).
12. Lauterborn, R., Der Formenkreis von Anuraea cochlearis. (Verhandl. d. Naturh. med. Vereins zu Heidelberg 1900—1903.
13. Leydig, F., über den Bau u. die wiss. Stellung der Rädertiere. 1854. Mit Atlas.
14. Plate, L., Beiträge zur Naturgeschichte der Rotatorien. Jenaische Zeitschrift für Naturwiss. 1886.
16. Weber, E. F., Faune rotatorienne du Bassin du Léman. Genf 1898. Mit Atlas.
15. Voigt, M., Die Rotatorien und Gastrotrichen der Umgebung von Plön. (Forschungsberichte, Plön 1904).
17. Wesenberg-Lund, C., Danmarks Rotifera. 1899.
*18. Zacharias, O., Über Fortpflanzung und Entwicklung von Rotifer vulgaris. 1895.
19. Zelinka, C., Studien über Rädertiere.

Die Lebensgemeinschaft der Planktonkrebse.

Es war im Jahre 1857. Noch ruhte die zweite große naturwissenschaftliche Tat des Jahrhunderts: die Entwicklungslehre als Manuskript wohlverschlossen in jenem Schreibtisch zu Down, der fernen Geschlechtern wie die Bundeslade eines neuen Testamentes erscheinen muß, wenn man erst alles ausgeschöpft haben wird, was in dem Begriff des Wortes Entwicklungslehre eingeschlossen ist. Um so mehr beschäftigte damals die erste Großtat der Biologie im 19. Jahrhundert: die Zellenlehre die Gemüter. Sie war erst zwanzig Jahre alt und noch immer nicht unbestritten, aber sie hatte schon genügt, um den Naturforschern eine mächtige Anregung zu geben, das von da ab die großartigsten Lebenserscheinungen stets aus dem kleinsten zu erklären, jedes, und sei es auch das größte Produkt des Lebens bis zu den Grundzahlen zurückzuverfolgen versucht wurde. Schon damals war die Biologie zur Staatslehre, zur Soziologie der Zellen geworden und der Naturforscher glaubte keinen Schritt in sein Reich mehr wagen zu dürfen, wenn er sich nicht mit dem Mikroskop bewaffnete. Die Natur war damals noch so wenig bekannt, daß man mit jedem Blick in den Kleinseher neues entdeckte.

Es war in jenen Tagen für einen Tier- oder Pflanzenkundigen eine entzückende Zeit. Die Sammler und Beschreiber der vorhergehenden Generationen hatten tausende und abertausende der schönsten und abenteuerlichsten Lebensformen entdeckt; aber nichts war von ihnen bekannt als gerade so viel ihres Äußeren daß man sie in ein System einreihen konnte. Man konnte hingreifen, wo man wollte, überall gab es Pflanzen und Tiere, von deren innerem Bau man ebenso wenig etwas wußte, wie von ihrem Leben. Ein mittelmäßiges Mikroskop, Zeichenstift und Rasiermesser, Redlichkeit, viel Geduld und Beschaulichkeit — das genügte, um als Naturforscher Nützliches und Wohlbelohntes zu leisten. Leitende Ideen gab es damals kaum, Naturphilosophie war verpönt, für große Probleme hatte man keine Augen, wohl aber in der Stickluft der neuen Reaktion ein großes Behagen an der Kleinwelt solch getreulicher Beobachtungen, wie sie damals zu hunderten mit einer staunenswerten Gewissenhaftigkeit zusammengetragen wurden, daß sie den Ruhm der deutschen Naturforschung bildeten. Ich will das Verdienst jener alten Naturforscher nicht verkleinern, wenn ich ihnen nachsage, daß sie sich

in ein Biedermeierdasein einspannen, das sich damit befriedigte, die Natur in ihren feinsten Zügen getreulich abzuschreiben und nachzubilden. Solche Arbeit war damals und ist auch heute wieder nach einem Überwuchern der philosophischen Spekulation bald nötig, denn auch das Genie kann nicht bauen, wenn ihm die Kärrner keine Bausteine zugebracht haben — auch bin ich selbst der erste, der Verständnis hat für das stille Glück eines solchen Studierwinkels, wie er uns gerade vorhin in dem Abschnitt über die Rädertiere, — wie ich hoffe — so recht verlockend behaglich und einladend umfangen hat. Aber die Wissenschaft der Natur besteht nicht aus „Deskription" allein. Beschreibung und sich Verlieren ins Einzelne darf ihr stets nur Mittel und niemals darf es ihr Selbstzweck werden; ihre höchste Aufgabe strebt stets nach dem Erfassen des Naturganzen. Letzte Befriedigung wird ihr erst dann zuteil, wenn es ihr gelang, das Einzelne an das All anzugliedern, die Bedeutung des Staubkorns für den Erdball zu erfassen und im Engsten die ewigen Gesetze zu erkennen, durch die das Eine und das All zusammengeschmiedet sind. Um das Miniaturbild der Kleinwelt, das ich in diesem Buche entworfen habe, der Anklage kleinlicher und beschränkter Ziele zu entrücken, will ich hier die Lebensgemeinschaft der Krebse nicht von jenem auf das intimste gerichteten Gesichtspunkt schildern, von dem aus wir die Rädertierwelt studierten, sondern an diesem Gegenstand soll großzügig gezeigt werden, daß Wissenschaft zu der, ihr gesundes Gedeihen gewährleistenden Harmonie, neben dem, die Einzelheiten erforschenden, auch den ins Weite und aufs Ganze blickenden Denker braucht, von dessen Höhe aus unser Lebensbild der Kleinwelt erst zu seiner richtigen Plastik gelangt und seinen wahren Sinn erhält.

Das Jahr 1857, von dem wir ausgingen, ist das Geburtsjahr der Planktonkunde. In diesem Jahr durchforschte nämlich Franz Leydig, eine der ehrwürdigsten Gestalten der deutschen Naturforscher jener Zeit die klaren Gewässer des Bodensees mit feinen Netzen, um eines rätselhaften Tierchens habhaft zu werden, das er tot und halbverdaut zu tausenden im Magen des köstlichsten aller Bodenseefische, nämlich des Blaufelchens fand, ohne daß es ihm gelang, es im Seewasser selbst lebend wiederzufinden. Er mußte annehmen, daß das Krebschen, um das es sich hierbei handelte, in den Tiefen des Sees lebe, in denen er mit den damaligen Hilfsmitteln nicht zu sammeln vermochte. Wohl aber fand er in dem durchaus kristallklaren Wasser der Seeoberfläche wo

er eifrig fischte, eine Unmenge zierlicher Tiere, namentlich Krebse, die sich dem Auge bis dorthin und für gewöhnlich nur deshalb verbargen, weil auch der größte von ihnen kaum einige Millimeter lang wird, dabei aber so durchsichtig ist, daß man in einem Glase Wasser, worin sich hunderte dieser Tiere tummeln, nichts



Die häufigsten einheimischen Wasserflöhe. Oben links = Polyphemus pediculus. Oben rechts = Bythotrephes longimanus ♀. Links unten = Bythotrephes longimanus ♂. Rechts unten = Leptodora kindtii.
(Nach Lilljeborg.)

anderes sieht, als höchstens die mächtigen schwarzen Augen, die wie schwarze Nadelköpfe rastlos auf- und niederhüpfen. In einem Werke,*) das durch seine mit vollendeter Meisterschaft gezeichneten Tafeln für immer eines der größten Kunstwerke der Naturwissenschaft bleiben wird, hat er viele Dutzend der seltsamsten Formen davon beschrieben und damit den Grund ge-

*) Fr. Leydig, Naturgeschichte der Daphniden. Tübingen 1860.

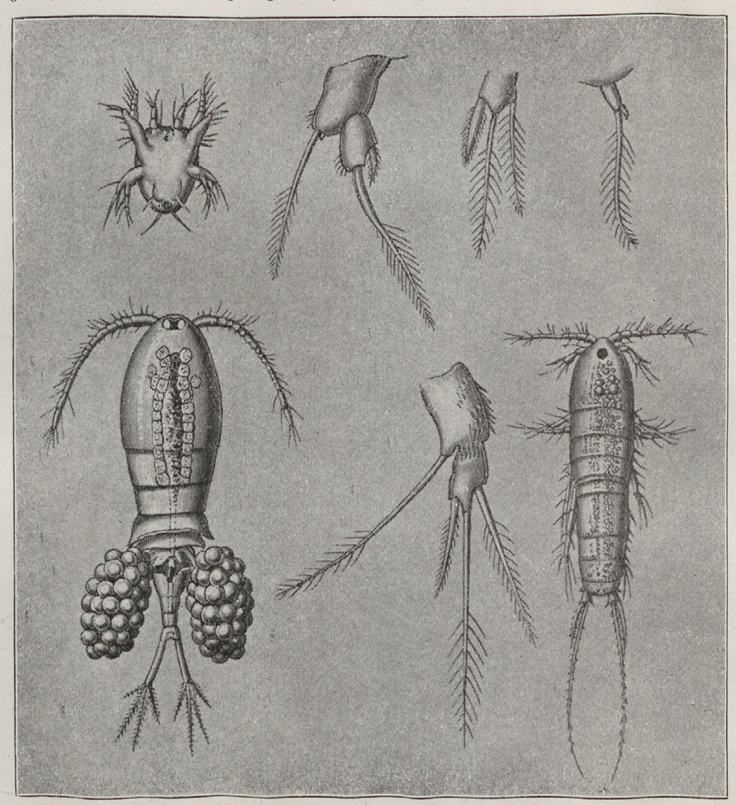
legt, zu einer neuen Wissenschaft, die heute in aller Herren Länder tausende von Jüngern zählt und nun durch die Bemühungen von Junge, Schmeil und Zacharias endlich auch in die Schule eingezogen ist: nämlich der Planktonkunde.

Ein eigen Leben und Treiben bevölkert die Seen und Teiche dort, wo der Unkundige glaubt, schon deshalb müsse das kristallene Wasser unbelebt sein, weil in ihm doch nicht das kleinste Tierchen einen Bissen Nahrung fände. Etwas prinzipiell Neues war zwar die Entdeckung Leydigs nicht, sondern sie übertrug nur eine ältere Erfahrung, die man in den unermeßlichen Räumen der Weltmeere machte, auf das Süßwasser. Was Johannes Müller den „pelagischen Auftrieb" nannte, was er und seine Schüler in unsagbarer Fülle beschrieben haben, diese Welt glasheller wunderlicher Quallen, Würmer, Siphonophoren, Krebse, Radiolarien und andere Urtiere, die schon deswegen die herrschende Tierwelt des Erdballs im gegenwärtigen Zeitalter darstellen, weil das Meer zweidrittel der Erdoberfläche bedeckt, das gibt es also, wenn auch mit anderen Vertretern, auch in den heimischen Seen.

Wie war es möglich, daß man dies erst vor fünfzig Jahren erkannte? Die Schwebewelt (wie man das Plankton wohl zu deutsch nennen kann), versteht es eben, sich meisterhaft zu verbergen. Sie hat es verstanden, sich eine Tarnkappe zuzulegen, sie hat sich dem Naturmenschen und allen auf das Sehen angewiesenen Tieren unsichtbar gemacht, einfach dadurch, daß jedes ihrer Mitglieder, auch wenn seine Art sonst robust, bunt und auffällig gekleidet ist, seinen Habit ändert. Es wird durchscheinend, aus lebendiger Kraft heraus vollzieht es etwas so wunderbares, wie wenn ein Mensch imstande wäre, sich so glashell durchsichtig zu machen wie die Luft. Außerdem zieht sich die Schwebewelt vorsichtigerweise nur auf bestimmte Teile des Wassers zurück; sie meidet den jedermann zugänglichen Uferhang, das Seichtwasser und bevorzugt die weite freie Fläche. Aber auch da sind die Oberflächen tagsüber meist entvölkert. Erst in einigen Dezimetern Tiefe beginnt am sonnigen Tag das Reich der zeitlebens Schwebenden und manche von ihnen, so namentlich das Krebschen Bythotrephes longimanus, das Leydig zuerst im Blaufelchenmagen entdeckte, halten sich gar nur am Seegrund, oft in 250 m Tiefe auf, die auch mit guten wissenschaftlichen Apparaten nicht leicht abzufischen ist.

Auch sind fast alle Schwebewesen (wissenschaftlich Planktonten genannt) so winzig, daß sie durch die Maschen jedes Fischnetzes hindurchschlüpfen. Die größten Schwebekrebschen erreichen noch kaum einige Millimeter Länge und die kleinsten Mitglieder dieses „Vereins" sind so zierlich, daß sie selbst den eigens aus feinstem

Gewebe konstruierten Planktonnetzen entgehen. Erst als der Kieler Forscher, Prof. Lohmann den Versuch machte, das Wasser zu filtrieren oder zu zentrifugieren, entdeckte man sowohl im



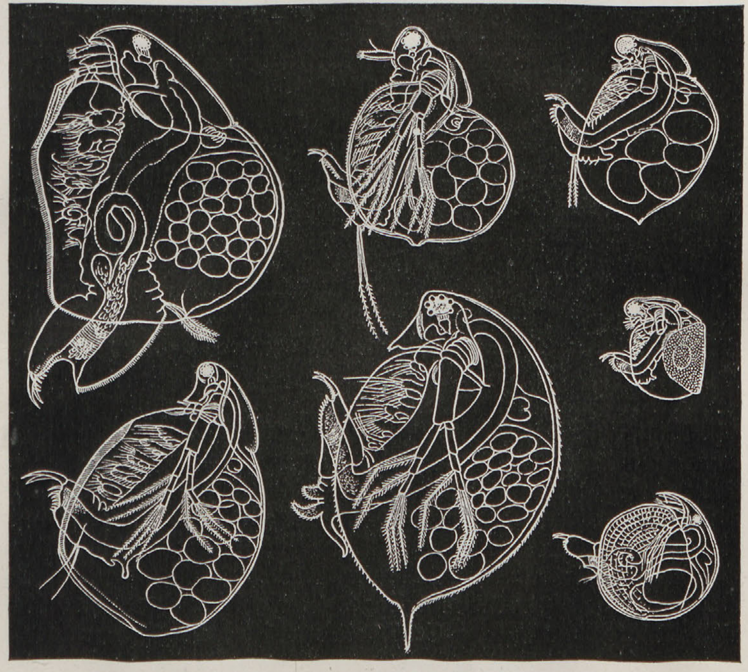
Heimische Hüpferlinge. Rechts oben fünftes Fußpaar von Cyclops gracilis. Daneben fünftes Fußpaar von C. serrulatus. Dann fünftes Fußpaar von C. strenuus. Links oben Naupliuslarve von Cyclops tenuicornis. Untere Reihe von links nach rechts = Cyclops strenuus, fünftes Fußpaar von C. strenuus, Canthocamptus staphylinus Jur. (Nach Lampert.)

Meere als im Süßwasser eine Fülle namentlich pflanzlicher Schwebewesen, von deren Vorhandensein man gar keine Ahnung hatte, wodurch sich das Bild, das man sich von dem unterseeischen Leben und Treiben machte, vollständig änderte.*)

*) Über diese in der Planktologie epochemachende Entdeckung s. Näheres in meinem Aufsatze: Die Unzulänglichkeit der Planktonnetze. (Die Kleinwelt 1909) — und die sehr lesenswerte Abhandlung von Dr. V. Brehm: Das Plankton der Alpenseen. (Ebendort 1909)

Eine bunte Gesellschaft ist es fürwahr, die sich in diesem „Schwimmverein" zusammenfindet. Stets hüpfen darin mit großen und kraftvollen Sprüngen Krebschen aus der Gattung Diaptomus umher (namentlich D. gracilis). Man erkennt sie sofort daran, daß an ihrem Kopfende zwei gewaltige, sogar die Länge des Körpers übertreffende Arme abstehen, wie ein mächtiger Schnauzbart anzusehen. Diese „Ruderantennen" sind voll Muskeln; die Kraft ihres Schlages schnellt das Tierchen vorwärts. Was ein Rädertier mit dem unaufhörlichen Wirbel seiner Härchen nicht erreicht, das kann der Diaptomus mit einem einzigen Anziehen der Ruder. Neben ihm tummeln sich noch andere ähnlich gestaltete Tierchen. Nur sind sie unruhiger, mit zahllosen kleineren Sprüngen durchzucken sie das Wasser und rechtfertigen so den Namen Hüpferling, den ihnen schon vor fast 150 Jahren Pastor Eichhorn gegeben hat. Als Cyclops (viele Arten; im Plankton vornehmlich C. strenuus) bezeichnet sie die moderne Wissenschaft und weiß von ihnen, daß auch sie zu den Stammgästen des Planktons gehören, wenn auch ihre meisten Arten (so wie die nahe verwandten Canthocamptus-Arten und Muschelkrebse [Ostracoden]) mit Vorliebe kleinere stehende Gewässer, sogar kleine Tümpel von nur einigen Wochen Dauer bevorzugen. Neben Diaptomus und Cyclops kann man in der Schwebewelt stets irgendwelche Vertreter der Krebsgruppe begegnen, die der Fachmann als Ruderkrebse oder Cladoceren benannt hat. Das sind gar possierlich gestaltete Tierchen. In Europa leben sie in etwa 600 verschiedenen Formen, die sich auf 50 Gattungen verteilen. Merkwürdigerweise sind sie noch in keinem anderen Erdteil in solcher Mannigfaltigkeit gefunden worden, was aber vielleicht nur ein Fehler unserer mangelhaften Forschungen ist. Keine Form unter ihnen ist trivial oder langweilig gestaltet. Sie muten den Beschauer, der sie zum erstenmal sieht wie drollige Schildkröten an, mit einem spitzen Schnabel und einem großen schwarzen schielenden Auge, manche, so die Bosminaformen mit zwei langen Elefantenrüsseln, andere (Hyalodaphnia) mit einem glashellen spitzigen Helm auf dem Kopfe, fast alle mit langen Tastern, als ob sie eine Pfeife im Munde hätten und alle bewehrt mit zwei mächtigen, wie ein Vogelflügel gefiederten Ruderarmen, die sie wacker zu gebrauchen wissen. Sie schlagen damit taktmäßig das Wasser; bei jedem Schlag hüpfen sie ein Stückchen vorwärts und können sich so nur mit großer Anstrengung ständig schwebend erhalten. Eine Form, der gewöhnliche Wasserfloh (Daphnia) ist jedem Aquarienliebhaber bekannt; füttert er doch mit ihnen seine jungen Fische. Man erhält sie deshalb sogar käuflich und es ist eigentlich ein

recht betrüblicher Anblick zu sehen, wie die munteren kleinen Schwimmer in das Aquarium geworfen werden, wie im alten Rom die Verbrecher vor die wilden Tiere der Arena. (Der Cladozerenkenner weiß übrigens, daß was man meisthin als Daphnien zu kaufen bekommt, Ceriodaphnia rotunda und Simocephalus vetulus sind, beide echte Sumpf- und Tümpelbewohner und leicht kenntlich an ihrer gelbrötlichen Farbe). (Siehe Bild.)



Die häufigsten einheimischen Wasserflöhe.
Oben von links nach rechts = Eurycercus lamellatus, Moina rectirostris, Ceriodaphnia reticulata. Unten von links nach rechts = Simocephalus vetulus, Daphnia pulex, Ceriodaphnia mit Ephippium (oben), Chydorus sphaericus (unten).
(Nach Lilljeborg.)

Mit den Rädertieren teilen sie — namentlich die Schwebeformen — den Vorzug vollkommener Durchsichtigkeit. Man kann auch hier im lebenden Krebs das Gehirn erkennen, von dem Nerven und eine Bauchganglienkette ausstrahlen; man sieht die mit Zähnchen bewehrten Mandibeln, erkennt den rohrartigen, unmittelbar in den oft verschlungenen Darm übergehenden Magen, mit seinen Hepatopankreasdrüsen, die wahrscheinlich der

Leber entsprechen. Man erkennt die mächtige quergestreifte Muskulatur und erfreut sich an dem zierlichen Spiel der rastlos zappelnden zahlreichen gefiederten Füße, die als Organ der Atmung dienen. Sie sind so dünnwandig, daß das Blut in ihnen ohne weiteres den notwendigen Gaswechsel erleidet und sie bewegen sich deshalb ununterbrochen, um stets von frischem lufthältigem Wasser umspült zu werden. Besonders anziehend ist dieser winzige Organismus durch sein kleines Herz, das am Rücken liegt und sich in der Minute 200—250 mal zusammenzieht, also sehr schnell schlägt. Schon deshalb allein dürfen Daphnia und ihre Verwandten in keiner Volksschule fehlen, denn es gibt kein anderes Lebewesen, an dem man so einfach und schön die Tätigkeit eines lebenden Herzens zeigen kann. (Bild S. 121 und 127.)

Was jedoch diesen Tierchen ihre große Bedeutung im Kreislauf des Lebens verschaffte, sind nicht die anziehenden Einzelheiten ihres Baues, sondern ihre enorme Vermehrungsfähigkeit. Ramdohr, einer ihrer Erforscher hat berechnet, daß ein Daphniaweibchen binnen 60 Tagen 1291,370.075 Nachkommen ins Leben setzen kann. Jurine erzählt, daß Cyklops in einem Jahr 4400 Millionen Nachkommen hat. Die Cladozeren vermehren sich so wie die Rädertiere, durch 4 — 50 Sommereier, die sie im Brutraum am Rücken umhertragen. Die Jungen entwickeln sich noch im Mutterleib und erlauben dem Beobachter einen ganzen Lehrkurs der Entwicklungslehre durchzumachen. Es ist zu merkwürdig, so ein halbfertiges Krebslein zu sehen, dessen Gliedmaßen erst walzenförmige Stummel sind, die es aber schon regt und mit denen es unbehilflich im ersten Erwachen der Reflexe zuckt. Zur völligen Entwicklung braucht es nur 8—10 Tage und ist dann nach weiteren 4 Tagen schon wieder geschlechtsreif. Dies erklärt, warum jeder Teich, wie erst ein See, Milliarden der wundersamen Tierchen bergen kann, so daß sie im Süßwasser die wichtigste Fischnahrung bilden. Ich habe schon Tümpel gesehen, in denen buchstäblich mehr Krebse als Wasser vorhanden war, so daß das ganze wie ein rötlicher Brei zappelte.

Aus ihrer Naturgeschichte ist übrigens nachzutragen, daß auch sie, wie die Rädertiere ihre Sommereier parthenogenetisch hervorbringen. Weismann hat uns mit ihren Männchen bekannt gemacht. Seitdem er zum erstenmal ihren Fortpflanzungszyklus eingehend studierte, haben wir uns etwa folgendes Bild, über ihr Geschlechtsleben machen können: Solange die Daphnienweibchen sich reichlich ernähren, bringen sie auch reichlich Weibchen hervor; wenn aber (im Herbst, in erschöpften Tümpeln) ihre Ernährung zurückgeht, erzeugen sie die anspruchsloseren Männchen. Mit deren Hilfe werden die Dauereier hervorgebracht, die dem

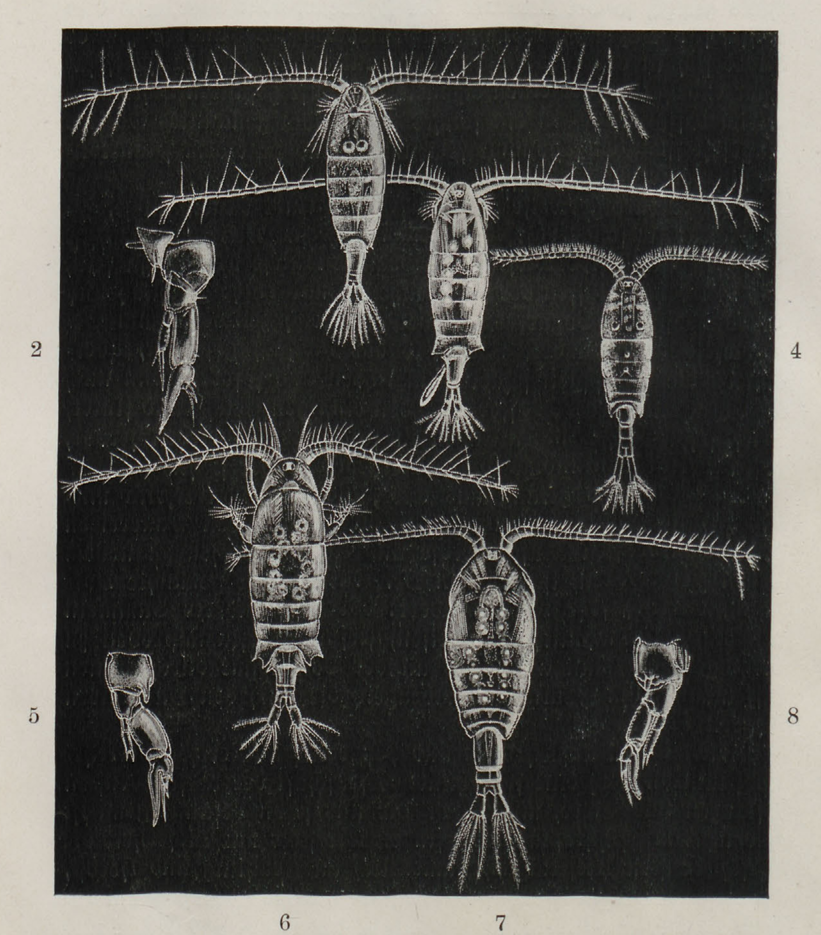
Frost und dem Austrocknen widerstehen. Sie werden meist in die abgestreifte Schalenhaut der Mutter wie in eine schützende Hülle gelegt, so bei Bosmina oder Lynceus, oder aber, und dies trifft für Daphnia, Moina, Scapholeberis und andere zu, es bildet sich in der Schalenhaut der Mutter ein eigener hartschaliger Eibehälter, der einen eigenen, mit Luft gefüllten Schwimmgürtel besitzt. Das in ein solches Ephippium genanntes Gebilde eingeschlossene Ei schwimmt frei umher und fällt dem Planktonforscher nur zu oft in seine Netze. (Bild S. 121.)

Merkwürdigerweise schadet ihnen Austrocknen nicht, ja es erweckt sie sogar rascher zu neuem Leben. Das zu wissen, ist für die Fischzüchter wichtig; sie brauchen nicht besorgt zu sein, daß mit dem Ablassen der Fischteiche die natürliche Fischnahrung zugrunde gehe. Sogar, wenn der Fischteich zeitweise zum Getreidefeld umgewandelt wird wie das vielfach geschieht, überdauern die Ephippien schadlos im Boden und sofort, wenn nach 2—3 Jahren wieder Wasser über den einstigen Teichgrund flutet, bricht schon nach wenigen Tagen ein so reiches Krebsleben hervor, daß der Naturunkundige wie vor einem Wunder steht.

Da es z. B. gelang aus Erde, die man von Afrika mitbrachte, noch nach 13 Jahren in Europa aus den Dauereiern die verschiedensten Muschelkrebse und Ruderkrebschen zu neuem Leben zu erwecken, ist der von Dr. Kammerer gemachte Vorschlag wirklich sehr beachtenswert: dort wo anderes Sammeln unmöglich ist, nämlich auf Reisen, sich mit Schlammproben zu begnügen, die man allerdings an der Sonne gut durchtrocknen lassen muß, um Fäulnis vorzubeugen, die auch den Dauereiern schaden kann.

Mit diesen anziehenden und possierlichen Tierchen verkehrt im Plankton noch eine sehr bunte Gesellschaft der verschiedensten Pflanzen und Tiere, mit denen wir uns schon bekannt gemacht haben. Im „Phytoplankton“ finden wir stets mit Sicherheit die verschiedensten Kieselalgen, namentlich im Frühling und Herbst, da diese Gewächse offenbar das kältere Wasser bevorzugen, weshalb sie auch im Meere, namentlich in der Nord- und Ostsee und im Eismeer in unermeßlicher Menge flottieren. (Bilder S. 46.)

In dieser „Schwebeflora“ sind die Gattungen Fragilaria, Asterionella, Synedra, Cyclotella, Stephanodiscus und Melosira wahre Stammgäste. Sie alle sind so klein, daß ein guter Teil ihrer Massen selbst den Planktonnetzen entschlüpft und man immer gut tut, um die Lebewelt eines Gewässers richtig beurteilen zu können, sich nicht auf das Netz allein zu verlassen, sondern das Wasser auch zu filtrieren. Man erhält dann bald einen bräunlich-gallertigen Beschlag an dem Filter, der sich



Die häufigsten deutschen Copepoden. Fig. 1 = Diaptomus graciloides Lilljeborg. Fig. 2 = fünftes Fußpaar von Diapt. castor Jurine. Fig. 3 = Diaptomus gracilis Sars. Fig. 4 = Eurytemora lacustris Poppe. Fig. 5 = fünftes Fußpaar von Diapt. gracilis Sars. Fig. 6 = Diaptomus castor Jurine. Fig. 7 = Heterocope weismanni Imhof. Fig. 8 = fünftes Fußpaar von Diaptomus graciloides Lilljeborg.

(Nach Schmeil, Deutschlands freilebende Süßwasser-Copepoden.)

unter dem Kleinseher in Myriaden der köstlichsten Sternchen, Scheiben, Bänder und Fäden auflöst. Das gleiche gilt in noch höherem Grade für die winzigen Flagellaten und sonstigen Kleinpflanzen, die wahrscheinlich in weit größeren Mengen die Gewässer unserer Heimat bevölkern, als es bisher die Forschung nachgewiesen hat. Prof. Lohmann hat z. B. neuestens gezeigt, daß man bisher infolge der unzulänglichen Fangmethoden im Plankton des Mittelmeeres an gut durchforschten Orten 30 bis 98,6% der kleineren Protisten übersah.*) $^8/_9$ des Planktons ging dadurch verloren und wenn man aus den erzielten Fängen irgendwelche Schlußfolgerungen zog, mußten diese natürlich völlig falsch und schief ausfallen. Neben den Algen kommen hierbei namentlich Infusorien, besonders die wunderbaren Dinoflagellaten in Betracht, von denen im Süßwasser allerdings nur die Gattungen Ceratium und Peridinium, im Meer dagegen eine unbeschreibliche Fülle und Schönheit bizarrster Gestalten leben. (Bild S. 49.)

Daß es auch typische Planktonrädertiere gibt, haben wir desgleichen bereits erwähnt und der Leser erinnert sich, daß Anuraea-Notholca, Polyarthra und Asplanchna im ganzen Körperbau an zeitlebens Schwimmen angepaßt sind. (Bilder S. 83 u. 98.)

Zu ihnen gesellen sich nun die Copepoden und Cladoceren. Diaptomus gracilis, Cyclops Leuckarti und Cyclops strenuus fehlen in wenig Seen, auch die Gattungen Daphnia, Bosmina, Diaphanosoma, Chydorus wird man nirgends vermissen; auf Leptodora, Holopedium, Moina, Bythotrephes und Hyalodaphnia kann man gewöhnlich rechnen, so daß schon ein einziger See wenn man ihn nur sorgsam von den Ufern bis zur Mitte, von der Oberfläche bis zum Grund und zu allen Jahreszeiten durchforscht, einem Beobachter jahrelang reichlich Material zu Studien geben kann. Eigentlich ist er überhaupt unerschöpflich, denn stets werden noch immer neue Tier- und Pflanzenarten entdeckt und bezüglich der Erforschung der Lebensweise der Einzelnen stehen wir überhaupt erst am Anfang aller Kenntnisse.

Wie reichhaltig ein See sein kann, dafür mögen nur zwei Beispiele dienen. Die an dem Plöner See in Holstein errichtete biologische Station hat in den ersten Jahren ihres Bestandes nicht weniger als 254 tierische und pflanzliche Organismen darin gefunden, wovon allerdings nur 57 dem Plankton angehörten. Der Verfasser dieses Werkchens hat sich das außerordentliche Vergnügen gemacht, einen nicht allzu großen Weiher in den südlichen Isarauen von München wöchentlich ein Jahr hindurch zu

---

*) Von Cyclotella comta wies Dr. Ruttner nach, daß 99.90% der vorhandenen Pflanzen durch die Netzmaschen entkommen.

durchforschen und er hat darin 327 verschiedene Organismen gefunden.*)

Diese bunte Schar lebt natürlich nicht friedlich und einträchtig beisammen, solches ist stets nur das Produkt einer reifen und alten Kultur und entspricht nie einem Naturzustand. In der Natur lauert List und brutale Gewalt auf jeden Harmlosen, und so wie in den Barbaresken-Staaten Räuberbanden und einzelne Wegelagerer das Land unsicher machen, so vermag auch in der „Schwebewelt" keiner auf die Dauer unbehelligt dahinzuleben — außer er sei selbst der größte der Räuber.

Die ganz kleinen erhalten sich ohne Anstrengung. Sind sie Pflanzen, nützen sie das Sonnenlicht und die im Wasser stets feinzerlösten mineralischen Stoffe, die sie mit ihrer ganzen Körperoberfläche aufnehmen. Das Wasser ist bekanntlich namentlich durch seinen Kohlensäuregehalt imstande, die verschiedensten Stoffe in nicht unbeträchtlicher Menge zu lösen und in sich aufzunehmen. Man wußte die Tatsache schon lange, hat sie aber stets unbesehen hingenommen, und nie genügend verwertet. Erst in den letzten Jahren hat A. Pütter die Frage der im Wasser gelösten Nahrungsstoffe exakt untersucht und unsere Anschauungen einfach umgestürzt.

*) Um welche Organismen es sich im Plankton eigentlich handelt, kann ich am anschaulichsten durch die Aufzählung der herrschenden Arten eines bestimmten Sees illustrieren. Ich wähle hierzu den Tegernsee in den bayrischen Voralpen, da dessen Schwebewelt in meinem Institut über ein Jahr regelmäßig untersucht wurde. Als Leitformen dieses 71 m tiefen Sees mit ziemlich einförmigen unversumpften Ufern können von Urwesen die Kieselalge Asterionella gracillima und die Infusorien aus den Gattungen Dinobryon und Ceratium angesprochen werden, von Algen Anabaena circinalis, die zu gewissen Zeiten, (so namentlich im Oktober) so massenhaft vorkommt, daß sie das Seewasser trübt und eine „Wasserblüte" bildet, von Rädertieren die Formen Notholca longispina, Polyarthra platyptera und Anuraea cochlearis, von Krebstieren Diaptomus gracilis, Daphnia longispina und Bosmina longirostris, insgesamt also nur 10 Formen, diese allerdings in solchen Mengen, daß oft bereits wenige Fänge eine sehr große Menge der schleimig flockigen Substanz in das Ablaufgefäß bringen, als die sich das Plankton dem unbewaffneten Auge darstellt. Neben diesen Leitformen, kommen jedoch im Tegernseeplankton noch folgende Arten vor: Actinophrys Sol, Mallomonas Ploessli, Cryptomonas ovata, Epistylis plicatilis, Vorticella microstoma, Eudorina elegans, Pandorina morum, Peridinium cinctum, Pediastrum Boryanum, Cosmarium sp., Botryococcus Braunii, Synedra acus, S. splendens var. delicatissima, Cyclotella comta, Nitzschia sigmoidea, Fragilaria crotonensis, Fr. virescens, Melosira varians, Tabellaria fenestrata, T. flocculosa, Cymatopleura elliptica, Schizonema molle, Stephanodiscus astraea, Merismopoedia glauca, Chromogaster testudo, Asplanchna priodonta, Daphnia hyalina, Bythotrephes longimanus, Leptodora hyalina, Cyclops strenuus, die natürlich nicht alle an einem Ort und zu gleicher Zeit beisammen leben.

Er analysierte das Meerwasser chemisch und fand, daß ein Liter davon in gelöster Form 17000—24000mal mehr Kohlenstoff enthält als der Körper der durchschnittlich darin lebenden kleinen Organismen. Es ist also falsch zu glauben, daß die großen Meerestiere nur auf das Plankton als einzige Nahrungsquelle angewiesen seien. Versuche die er mit einzelnen Schwämmen, Quallen u. a. anstellte, zeigten ihm, daß diese, wenn sie wirklich



Die häufigsten einheimischen Wasserflöhe. Oben erste Reihe von links nach rechts = Diaphanosoma brachyurum, Daphnia longispina, Bosmina longispina. Unten = Sida crystallina, Hyalodaphia cucullata, Holopedium gibberum.
(Nach Lilljeborg.)

nur von der Planktonfischerei lebten, wie man bisher annimmt, stündlich bis zum 4000fachen des eigenen Volumens ausfischen mußten, was jedoch unmöglich ist, denn tatsächlich konnte der ihm zur Untersuchung dienende Schwamm stündlich etwa nur die fünffache Wassermenge seines eigenen Volumens durch seinen Körper pumpen. Damit war bewiesen, daß er unmöglich von Schwebewesen allein lebt und wenn wir diese Erfahrung auf das Süßwasser und auf dessen Fische übertragen, wie dies Pütter

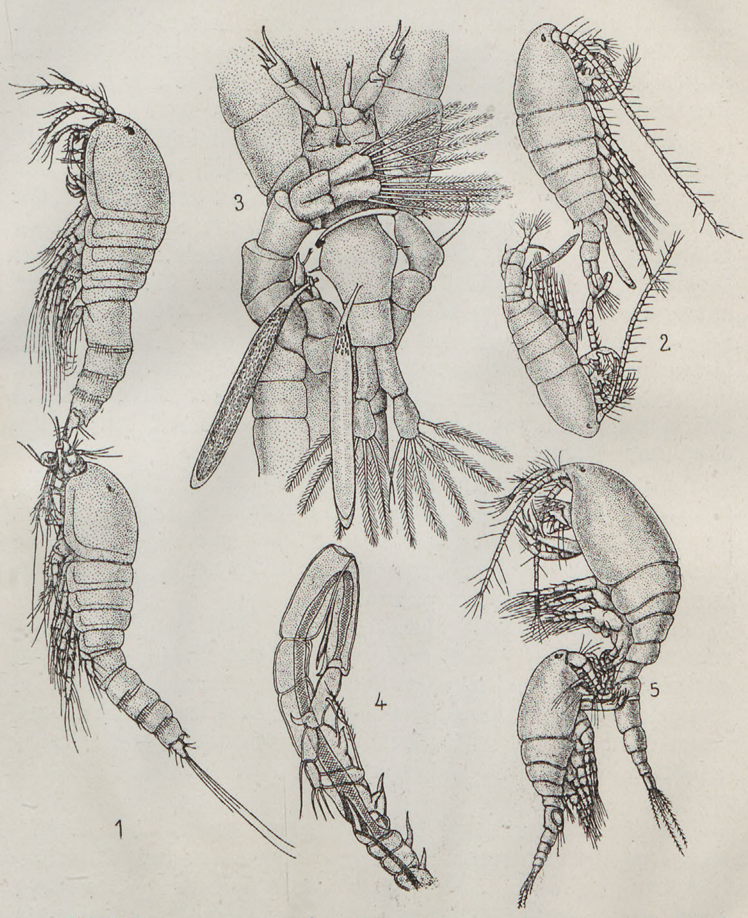
neuerdings mit Glück durchführte, eröffnet sich eine völlige Wandlung unserer Begriffe vom Haushalt im Wasser.

Wenn es also auch zweifelhaft geworden ist, ob die größeren der tierischen Schwebewesen, ausschließlich von anderen ihrer Vereinsgenossen leben, so kann daran jedoch kein Zweifel sein, daß sie neben der im Wasser gelösten organischen Nahrung auch andere Organismen verzehren. Man sieht im Darm der Cladozeren stets große Mengen von verschlucktem Schlamm wenn sie nicht pelagisch leben, bei den im Plankton lebenden dagegen zahlreiche Kieselalgen, (gewöhnlich Melosiren und Cyclotellen) und sonstige Algen. Die Zyklopiden enthalten gewöhnlich Schwingfäden, Zier- und Kieselalgen. Ältere Forscher versichern, daß Zyklops auch Rädertiere und Infusorien nicht verschont und unter Umständen selbst, mit in das Wasser gewehtem Blütenstaub vorlieb nimmt. Daß es die Rädertiere selbst nicht anders halten, wissen wir bereits. Manche unserer Kleinkrebschen kann man sogar bei ihrer Jagd beobachten. Solches kann ich von der sehr durchsichtigen Leptodora Kindtii erzählen, die namentlich in kleineren Gewässern allgemein verbreitet zu sein scheint und dort in der Tiefe, nahe dem Grunde lebt. Sie ist nicht Vegetarier, wie alle sonstigen Mitglieder ihrer Familie, sondern lauert namentlich den Diaptomuskrebschen auf. Dabei kommt ihr die fast vollständige Unsichtbarkeit ihres Körperchens zustatten. Mit einem Sprung stürzt sie sich auf ihr Opfer und weiß es mit den mächtigen Beinen festzuhalten. Immerhin sind die Nahrungsfragen noch nicht so geklärt, daß es nicht lohnend wäre, wenn Mikrologen ihre Beobachtungen noch besonders auf diesen Punkt richten würden.

Er ist um so wichtiger, als er der Angelpunkt einer der großartigsten Wechselbeziehungen der Natur darstellt. Denn alle Wichtigkeit, die das Plankton für den Menschen hat — und die geht jährlich in viele Millionen schon allein durch die Fischerei — beruht darauf, was die Planktonten essen. Deutschland führte im Jahre 1902 um 6,614.000 Mk. Süßwasserfische ein und um 1,788.0000 Mk. dergleichen aus. In Berlin allein wurden im Jahre 1901 verkauft 143,250 Zentner Fische im Werte von 8,294.250 Mk., darunter waren allein 18000 Zentner Hechte, 12000 Zentner Karpfen und 28250 Zentner Zander. Im Bodensee werden jährlich Fische im Werte von 250000 Mk. gefangen, in den Seen um Potsdam um 725000 Mk., in den masurischen Seen um etwa 3 Millionen Mark. Insgesamt schätzt man den Jahresertrag der deutschen Binnenfischerei auf etwa 40 Millionen Mark!

Und diese Werte werden vornehmlich durch die Kette der

Krustazeen, Rädertiere, Infusorien, Kieselalgen und Grünalgen dem deutschen Volke erhalten! Denn wenn die Fische auch teil-



Der Geschlechtsvorgang bei den Hüpferlingen. 1 = Kopulation bei Canthocamptus crassus. 2 = Das Ergreifen des Weibchens bei Diaptomus gracilis. 3 = Das Anheften der mit Samenfäden erfüllten Spermatophore an dem Weibchen von Diaptomus gracilis. 4 = Endabschnitt der Greifantenne des Männchens von Diaptomus gracilis, womit dieses die Weibchen festhält. 5 = Der Geschlechtsakt bei Cyclops fuscus.
(Nach E. Wolff.)

weise auf die grüne Weide gehen und von Pflanzen leben, so ist doch ihre überwiegende Mehrzahl Kleintierfresser und namentlich

die jugendlichen Fische könnten ohne das Plankton gar nicht bestehen.*)

Von ihm hängt Vermehrung und Wachstum des Fischbestandes unmittelbar ab und seitdem man dies weiß, hat man Methoden ersonnen, nicht nur die Nahrungsmengen der Gewässer abzuschätzen, zu bonitieren, sondern auch die so kostbaren Kruster im Großen zu züchten.

Es hat sich dadurch eine sonderbare „biologische Technik“ entwickelt. Der rationelle Teichwirt züchtet sich seine Kleinwelt heute in Massen in Bottichen, kleinen Teichen oder Gruben, die er reichlich mit faulenden Stoffen beschickt, um eine Art Selbstreinigung anzuregen, die Millionen von Kleinlebewesen ins Dasein ruft. Man pflegt sie mit Schlamm und „Stammtieren“ aus „guten Teichen“ zu besetzen und fügt nun Laub (von Erlen, Schwarzpappeln), faulendes Heu, auch Dünger, Jauche, Blut hinzu, um mit Genugtuung zu erleben, daß sich alsbald ein zappelndes Heer all' der wunderlichsten Gestalten einstellt, die in diesem Buche an uns vorübergezogen sind und mit denen man dann nach Bedarf die Fischteiche besetzt.**)

Das ist ein ungeahnter Hintergrund für die Beschäftigung mit einem so geringfügig scheinenden Gegenstand, daß die meisten sie wohl nur als bloße Spielerei etwa für jene einschätzten, die Laubsäge- oder Kerbschnitzarbeiten satt bekommen haben und sich nun den Kleinweltstudien zuwenden.

Hinter diesen steckt aber sogar noch viel mehr als solche rein volkswirtschaftliche Bedeutung mit ihren Millionen, die sich übrigens ganz gewaltig vermehren ließen, würde das bisherige rein gelegentlich erfahrungsammelnde und dilettierende Probieren einem durchaus auf wissenschaftlich-experimenteller Basis durchgeführten rationellen Zuchtverfahren im größten Maßstab weichen.

Große Lebensgesetze, die wichtigsten Fragen der Naturforschung überhaupt tun sich auf, vor dem, der den Planktonkrustern und ihrer Lebensgemeinschaft liebevolle Beachtung schenkt. Die Planktonkunde ist dadurch aus bescheidenen Anfängen eine geachtete Wissenschaft geworden, der sich jetzt hunderte von begabten Köpfen zuwenden und die es verdient, auch in dem Bilde der lebenden Natur ihr Plätzchen zu finden, das man für unerläßlich hält im Vorstellungskreis eines wahrhaft gebildeten modernen Menschen.

*) Auch hier sind übrigens systematische Untersuchungen noch sehr erwünscht! Vgl. J. Susta, die Ernährung des Karpfens. Stettin 1888.

**) Praktiker, die nach eingehender Anweisung hierüber verlangen, finden diese in: V. Scheidlin, Praktische Unterweisung in der Massenkultur der lebenden Fischnährtiere. Wien 1902.

Wenn der Bergsteiger auf den freien Höhen andere Pflanzen findet als im Tal, wenn ihn fast mit jeder Stunde des Emporklimmens andere Gestaltungen begrüßen, kraftstrotzende Wälder unten, krüppelige wetterzerzauste Legföhren im mittleren Gürtel, darüber dann Mattenvegetation und schließlich nur mehr Felsen- und Eispflanzen mit ihrer dichten Behaarung, dem Rosettenwuchs und den übermäßig großen Blumen, so hatte die Naturforschung erst viel Kenntnisse sammeln und denkend verwerten müssen, bis ihr der Fragen gemeinsame Lösung aufging und sie die Vielheit der fremden Züge auf die einheitliche Formel der Anpassung bringen konnte. Sie hat ja wohl heute erkannt, daß das Bild der lebenden Wesen gewissermaßen von zwei Künstlern gemalt wird, etwa so, wie wenn in der altholländischen Malerei auf dem kostbaren Bild der Sammlung Sixt zu Amsterdam, Philip Wouwermann eine Landschaft des Ruisdael mit seinen zierlichen Figürchen staffiert. Die zwei künstlerischen Kräfte der Natur heißen Organisation und Umgebung. Von der ersten haben alle Organismen die Statur, das Wesentliche, Unveränderliche des Baues. Die Organisation bestimmt es und erhält es durch die Vererbung, daß ein Pferd alle kennzeichnenden Merkmale eines Säugetieres besitzt oder eine Rose die der Blütenpflanzen. Ein Edelweiß mag sich gezwungen durch die Sonderverhältnisse des Hochgebirgslebens noch so sehr mit seinem Pelzchen umhüllen und die Blüte maskieren, an gewissen untrüglichen „Organisationsmerkmalen“ erkennt der Botaniker doch sofort, daß er einen Körbchenblütler vor sich hat.

Aber ohne die Mannigfaltigkeit der Lebensverhältnisse, ohne den Wechsel der Umgebung gäbe es nie die bunte Vielheit der lebenden Wesen, die ja das Bild der Natur erst so unerschöpflich anziehend macht. Die Notwendigkeit welche drängend und vielgestaltig an jeden herantritt, im heißen Klima sich vor dem Verdursten, in der kalten Zone sich vor dem Erfrieren zu schützen, die den Wasserbewohner heißt schwimmen, den auf Bäumen Lebenden klettern zu lernen, sie lockt aus dem Organismus die bewunderungswürdigsten und oft unglaubliche Fähigkeiten hervor. Dieser Zwang der Bedürfnisse geht vom ganz groben bis ins feinste. Die Gemse, eine Antilope die statt der weiten Ebenen das Felsicht hoher und unzugänglicher Gebirge als Aufenthaltsort wählen mußte um ungestört bestehen zu können, lernte dort das Klettern in einem Maße, wie es der Mensch nicht nachahmen kann. Viele Wasserpflanzen, die so tief unter dem Spiegel der Gewässer wurzeln, daß alle ihre Wachstumskräfte nie ausreichen würden, um eine Blüte an das Tageslicht emporzuheben, haben es lernen müssen, ihre Befruchtung selbst

zu besorgen, in einer nie sich öffnenden kleistogamischen Blüte. Und zu dem gleichen Mittel aus ganz anderen Ursachen, nämlich wegen dem Mangel an befruchtenden Insekten griffen auch die Gewächse der Arktis und der eisigen Hochzinnen des Gebirges. Unsere heimische Buche und der Weinstock sind fast immergrün unter dem milden Himmel Madeiras, so wie die Eichen echt immergrüne Bäume sind an den Küsten des Mittelmeeres — erst unter dem Zwang der Gefahr, daß sie verdursten würden, wenn sie auch in unserem Winter wasserverdunstende Blätter zu einer Zeit behalten, da die Wasseraufnahme durch die Wurzeln im gefrorenen Boden fast unmöglich ist, haben sie die Gewohnheit angenommen, rechtzeitig im Herbst in den Blattstielen durch ein besonderes Trennungsgewebe den Laubfall einzuleiten.

Man nennt diese Handlungen und Formänderungen, die jedem Individuum durch seine besondere Lebensweise und deren Bedürfnisse auferlegt werden, Anpassungen und hat sich damit befreundet, daß das ganze Leben in der Natur eine ununterbrochene, vielfach ineinandergeschlungene Kette von Anpassungen sei, so daß sogar die Meinung aufgetaucht ist, ob denn nicht vielleicht alles, auch die Organisation selbst nur eine Anpassung sei.

Angepaßt sind die ganzen Tiere und Pflanzen, angepaßt ihre Teile an die ihnen zugewiesenen Verrichtungen, angepaßt sind die Zellen in jedem Organ an die Lage, in der sie zu arbeiten haben; sie sind glatt und dünn in der Oberhaut des Menschen, vielverästelt oder zu feinen Telegraphendrähten ausgezogen im Nervensystem, zu elastischen Bändern umgestaltet im Muskel, verhörnt im Nagel, verknöchert im Knochen, durchsichtig in der Augenlinse, bewimpert im Epithel der Luftröhre und freibeweglich infusorienhaft als weißes Blutkörperchen im Blute.

Aus allen diesen Erfahrungen, die vertausendfacht die moderne biologische Literatur zusammensetzen, hat sich für den Naturkundigen eine ungeheuer schwierige, aber zugleich auch wichtige und spannende Frage erhoben. Und die lautet: Wie vollzieht sich die Anpassung? Was ist ihre bewirkende Ursache und welche sind die ausführenden Mittel?

Diese Frage hat für jedermann eine persönliche und für alle zusammen eine kulturelle Wichtigkeit. Denn offenbar hängt von ihrer Beantwortung auch das Verhalten und die Lebensführung des Einzelnen ab, da auch unser Leben, sei es im Abrollen der natürlichen Verrichtungen des Körpers, sei es in der Einordnung in die Gesellschaft der Mitmenschen als Beruf und Staatsleben nichts als eine fortgesetzte Kette von Bedürfnis-

befriedigungen, das heißt Anpassungen ist. Je genauer wir deren Gesetze kennen, um so klarer können wir die Richtschnur sehen, die unser Tun zur größtmöglichsten Ausnutzung alles Günstigen leitet.

Diesem Hoffnungsbilde gegenüber malt sich die Gegenwart allerdings noch immer grau. Noch herrscht unter den Gelehrten die Ansicht, daß die Ursache der Anpassungen in unkontrollierbaren Zufällen stecke, im Funktionieren mechanischer Vorgänge, wodurch auch das menschliche Streben auf den Zufall gestellt wäre und noch dazu all' seinen geistigen Werten keine Rolle zugeteilt bei unserer Entwicklung! Das ist eine trostlose Ansicht, die niemanden für die Naturwissenschaft begeistern kann und der gegenüber es vollkommen berechtigt ist, wenn man von einem klaffenden Riß zwischen der Geistes- und der Naturwissenschaft sprach, wobei die letztere im Range tief unter die kulturfördernden Wissenschaften gestellt wurde.

Man hat sich nun zwar mit dieser Ansicht nicht begnügt und es gibt bereits eine ziemliche Anzahl Naturforscher, denen es klar vor Augen schwebt, daß die auch außerhalb der Menschen in den Organismen wirkende seelische Betätigung eben keinen anderen Zweck habe als die Anpassungen einzuleiten, zu regeln und zu steigern. Nach der vorhin erwähnten Naturauffassung wäre das Seelische überhaupt sinn- und wertlos und würde über dem rein körperlichen Dasein nur so schweben, wie etwa das Irrlicht über dem Sumpfe. Nach der von uns vertretenen Ansicht aber würde die Intelligenz auch in der Natur dieselbe führende Rolle innehaben, wie im menschlichen Leben. So wie sich die Kultursteigerung durch Erfindungen und Entdeckungen aller Art und deren Verbesserung vollzieht, so bedienen sich Tiere und Pflanzen der Anpassungen aus eigenem Antriebe zur Verbesserung ihrer Lage und harmonischen Einordnung ihres Einzelseins in das Naturganze. Es ist auch die Kultur nichts anderes als eine teils unbewußte, teils bewußt gewordene Anpassung des Menschen und umgekehrt die Anpassungen der Tiere und Pflanzen sind gewissermaßen deren Kulturleistung.

Durch diese Lehre gewinnen die Geistes- und Naturwissenschaften zahllose Berührungsflächen, sie sind einander ebenbürtig, unterstützen sich wechselseitig, ja sie verschmelzen miteinander. Die Natur wird erst jetzt zum großen ewigen Lehrbuch des Menschen und ihre Erforschung schenkt ihm die besten Bildungswerte, da sie ihn anleitet, seine Lebensgesetze bewußt im Einklang mit jenen der Natur zu bringen und sich so vor jeder Entartung zu schützen.

Man muß bei dieser Anpassungslehre sich nur vor einem

Mißverständnis hüten, in das man nur allzuleicht gerät. Man hat dieses Mißverständnis, meiner Anpassungslehre schon wiederholt als Einwand vorgerückt, wenn man daran erinnerte, daß es dem Menschen so vollständig unmöglich sei, durch seinen Willen und auch die größte Intelligenzleistung auch nur das geringste an seiner Organisation zu ändern. Man kann nicht, bloß weil man es will, graue Haare wieder in braune ändern, oder braune Augen in blaue. Wie soll es also möglich sein, daß ein Tier Schwimmapparate entwickelt, bloß weil es sie nötig braucht oder gar eine Pflanze ein dichtes Haarkleid, weil es ihr schaden würde, zu viel Wasser zu verdunsten.

Die so argumentieren, vergessen auf folgendes: Das bewußt gewordene Seelenleben des Menschen umfaßt nur einen kleinen Teil seiner gesamten Seelentätigkeit. Daß seine Blutgefäße oder der Darm Bewegungen ausführen, ist nicht möglich ohne Nerventätigkeit und kommt ihm doch niemals zum Bewußtsein. Daß sich seine Pupille sehr stark verengert, wenn er in das direkte Sonnenlicht blickt, entgeht völlig seinem Willen und Bewußtsein und ist doch sowohl eine sehr komplizierte Änderung seiner Organisation wie auch eine bedürfnisgemäße Anpassung, voll Intelligenz ebenso wie die inneren Organbewegungen. Es zeigt uns also schon der erste Blick auf das eigene Innenleben, daß dies von einer unbewußten Intelligenz durchdrungen ist, die sehr wohl auf Bedürfnisse hin Organänderungen hervorzubringen imstande ist. Auch dem Menschen wachsen noch immer eine Menge ungewollter und unbewußter Schutzanpassungen zu, wie den übrigen Naturwesen. Daß sich seine Haut mit dunklem Pigment schützt (er also „abbrennt") wenn ihr zu viel Sonne schädlich zu werden droht, daß sich seine Haut hornartig verdickt, dort wo sie entsprechend benützt wird, ebenso wie sich im Bedarfsfall sein Knochengerüst verstärkt, gehört alles hierher. Unbewußt geschieht es, ebenso wie die Anpassungen der Tiere und Pflanzen und hat mit der Psychologie des Bewußtseins nichts zu tun*). Und somit ist jener Einwand hinfällig.

Haben wir uns so klargemacht, von welcher außergewöhnlichen Bedeutung die Anpassungsfrage für die ganze Auffassung von der lebenden Natur, ja für alle wichtigen Fragen menschlicher Kultur, daß sie sozusagen das zentrale Problem sei, von

*) Es ist übrigens auch noch strittig, ob es wirklich so ausgeschlossen sei, durch den Willen organische Änderungen zu bewirken. Die von der ärztlichen Wissenschaft anerkannten Fälle, in denen es gelang, einem Patienten Brandblasen zu suggerieren, werden auch diese Ansicht ändern. Vgl. darüber O. Kohnstamm, Psycho-Biologische Grundbegriffe in Zeitschrift für den Ausbau der Entwicklungslehre 1909.

dessen Lösung unsere Lebensführung und die Festsetzung der Rangordnung aller Wissenschaften abhängt, so wird es uns nun, da wir wieder zu den Planktonwesen zurückkehren, auch aufgehen, daß deren Studium wirklich wichtig und lehrreich ist, da gerade an den Schwebewesen die Anpassungen auf das allertrefflichste studiert werden können!

Es war schon wiederholt Gelegenheit zu betonen, daß die gesamte Organisation der Planktonten ein Knäuel von Anpassungen sei. Wir wollen dies nun im einzelnen beweisen.

Nichts fällt so an den Schwebekrebschen auf, als daß sie so gar nicht auffallen. Die absolute Durchsichtigkeit einer Hyalodaphnia, Diaphanosoma, Sida oder Leptodora läßt sich kaum mehr übertreffen. Sie wird besonders augenfällig, wenn man Schwebekrebschen mit Genossen ihrer Familie vergleicht, die in Tümpeln und Sumpfgräben heimisch sind. Wie robust, körperhaft hüpft eine Ceriodaphnia oder Simocephalus einher, meist rosarot oder gelblich gefärbt, während eine Planktondaphnia ätherisch, wie aus Luft gewoben dahinschwebt und meist überhaupt nur an ihrem schwarzen Auge ohne Mikroskop zu sehen ist.

Freilich ist dies eine der vielen Anpassungen, über deren Nutzen man sehr streiten kann. Die Krebse machen sich dadurch unsichtbar und entgingen so jahrhundertelang dem forschenden Menschen, das ist wahr. Aber vor ihm hatten sie sich nicht zu schützen, er ist nicht ihr gefährlichster Feind, sondern die Fische. Nun habe ich allerdings beobachtet, daß sich die jungen Fische vom Gesicht leiten lassen und eine Schar Hyalodaphnien und Genossen, die ich in ihr Aquarium brachte, ziemlich unbehelligt ließen, dagegen rosenrote, fette Simocephalus-Krebschen einzeln wegschnappten, kaum daß ich sie ihnen vorlegte. Ich möchte aber doch bezweifeln, ob sich diese Laboratoriumserfahrung in die Wirklichkeit übertragen läßt. Wenn die Schwebekrebse rötlich oder gelb wären, würden ihre Scharen von den Fischen mehr behelligt werden? Unsere Erfahrung zeigt, daß auch jetzt die Fische, welche überhaupt Kleintiere verzehren, ganz wahllos, ohne zu suchen und zu wählen, mit offenem Maule das Wasser durchfurchen und in ihrem Seihapparat (siehe das Bild), der viel besser funktioniert als auch das beste Planktonnetz, alle Schwebeorganismen auffangen, ob die nun farblos sind oder buntgefärbt*).

---

*) Es wird viele Leser interessieren, hier etwas mehr über die Nahrung der wichtigsten Süßwasserfische zu vernehmen. Nach Arnold gelten als „konstante Planktonkonsumenten" die Stinte (Osmerus), Saiblinge, Blau- und Weißfellchen (Coregonus), Renken und die Weiß-

Es dürfte sich also diese Anpassung nicht viel anders verhalten, als etwa die der Wüsten- oder Polartiere, die gelblich und weiß gefärbt sind, weil ihre Umgebung so ist, wovon jedoch z. B. der Löwe nicht den geringsten Nutzen hat, da er den Tag im Schlupfwinkel verschläft und des Nachts von seiner „protektiven Färbung" eher Schaden hat. Wirklich nützlich wäre ihm doch nur ein dunkleres Fell.

Neben der Durchsichtigkeit überraschen die Planktonkrebschen auch noch durch die bereits kurz erwähnten Balanciervorrichtungen. Am groteskesten sind diese entwickelt bei dem Tiefenbewohner Bythotrephes longimanus, der einen gewaltigen Stachel mit sich herumschleppt, wie ein Seiltänzer seine Stange. Die freischwebenden Daphnien haben wieder den hinteren Stachel an ihrer Schale so lang ausgezogen, daß die häufigste Planktondaphnie davon sogar ihren Namen Daphnia longispina erhielt. Auch die Copepoden haben sich eine Vorrichtung von ähnlicher Wirksamkeit geschaffen, indem sie die Ruderantennen mächtig auszogen. Man vergleiche, um sich davon zu überzeugen, einen Schwebediaptomus nur mit einem Tümpelhüpferling, oder gar mit der Gattung Canthocamptus (siehe das Bild S. 119), die ein typischer Bewohner ganz kleiner Pfützen ist.

Ein drittes Anpassungsmerkmal von großer Auffälligkeit ist der überaus zierliche, ätherische, ich möchte sagen sylphidenhafte Bau aller Schwebewesen. Verwandte der gleichen Gattung sind stets viel derber, kräftiger, wenn sie am Ufer des gleichen Sees leben. Sie brauchen das, denn sie sind dort einem kräftigen Wellenschlag ausgesetzt. Um ihm zu entgehen, lieben es diese Ufertiere übrigens, sich überhaupt an Pflanzen, Pfähle oder Uferfelsen festzuheften, wie eine Pflanze mit den Wurzeln. An diesen Tieren verstärken sich alle Widerstände gegen Zerstörung. Die Kruster haben einen dickeren Chitinpanzer; sogar die Würmer entwickeln eine zähere Haut.

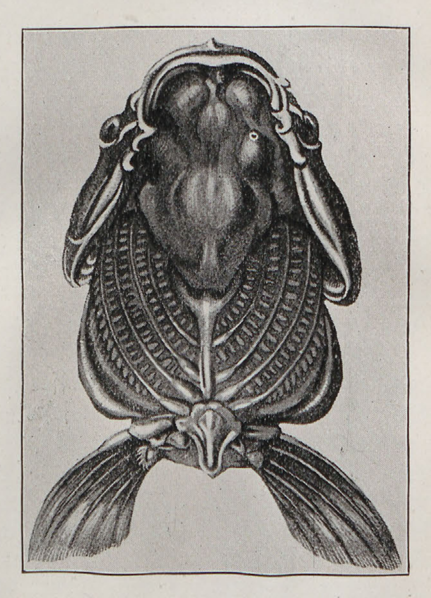
Die Schwebewesen sind zugleich glänzende Beweisstücke für den Naturforscher, wenn er den Satz belegen will, daß die Anpassung durch die Lebewesen selbst, durch ihre „Aktivität" bewirkt werde. Und darin erblicke ich den wichtigsten Dienst, den sie der modernen Lebensforschung erweisen.

---

fische (Alburnus). Nur in der Jugend Planktonfresser sind der Karpfen, Barsche, Plötze, Blei und Aland, die später Insektenlarven, Würmer, Krebse und Schaltiere verzehren. Wenig oder gar nicht hängen vom Plankton ab die sich ausschließlich mit Ufer- oder Bodenorganismen begnügenden Kaulbarsche, Steinbeißer, Schleien, Mühlkoppen. Hecht, Zander, Barsch, Quappen sind echte Räuber. Im einzelnen, namentlich aber über die Nahrung des Karpfen, herrscht jedoch noch keine Einigkeit.

Was man bei ihnen als „Saisondimorphismus“ bezeichnet, ist ein wunderbarer Vortrag der Natur über die Intelligenz der bewußtlos gestaltenden Kräfte des Lebens.

Der drollige gehelmte Ritter des Wassertropfens, den der Kleinweltforscher als Hyalodaphnia bezeichnet, legt im Herbst seinen Kopfhelm ab. Jede nachfolgende Generation hat einen kleineren Helm und bis zum ersten Schneefall hat das Tierchen einen völlig abgerundeten Kopf. Erst nach der Schneeschmelze



Seihapparat des Karpfens.
(Nach Walter.)

setzt es seinen Helm wieder auf und erscheint so jahraus-jahrein in Zwiegestalt. Seitdem der berühmte Krebstierforscher Sars dies im Jahre 1891 entdeckte, haben sich ähnliche Erfahrungen an anderen Schwebewesen stark vermehrt. Bosmina, der „Wasserelefant“ unter den Wasserflöhen, verlängert im Sommer seinen Rüssel und den Schalenstachel, Daphnia pulex wird im Sommer größer und erhält einen langen Stachel, so daß man bei diesem Tier sehr wohl Frühlings- und Herbstformen unterscheiden kann. Brehm und Zederbauer haben berichtet, daß auch die Planktondiaptomiden im Sommer die Fühler vergrößern. Auch Rädertiere bedienen sich des gleichen Mittels. Polyarthra platyptera, das niedliche „Flossenfischchen“, vergrößert sich und seine Flossen,

wenn das Wasser warm wird. Die Ceratiumarten überraschen uns im Sommer damit, daß sie nicht mehr drei, sondern vier Hörner haben. Eine andere Planktonpflanze, das Wirbelbäumchen (Dinobryon) verlängert im warmen Wasser die Gehäusestiele. Sogar die Infusorien nehmen an diesen von der Jahreszeit bedingten Gestaltänderungen teil; wenigstens fand der dänische Süßwasserforscher Wesenberg-Lund, daß Dileptus trachelioides ein Wimperinfusor, im Sommer an seinem Körper zwei bis fünf lange Zipfel entwickelt, die ihm im Winter fehlen.

An der allgemeinen Verbreitung der Erscheinung erkennt man, daß sich gegen den Frühling zu bei allen Plankton- (aber auch Tümpelwesen) ein allgemeines Bedürfnis nach Gestaltvergrößerung einstellt. Was hat sich aber um diese Zeit im Wasser geändert? Nichts, außer die Temperatur — und mit ihr das spezifische Gewicht des Wassers. Bei 4° wiegt bekanntlich 1 l Wasser 1 kg; wird das Wasser wärmer, wiegt es weniger, ist also auch weniger konsistent. Im Winter sinkt die Temperatur des Wassers natürlich nicht unter 0° (selten unter 4°), aber bis zum August steigt sie in Seen bis zu 18° (Bodensee im Mittel 17,8°), in Tümpeln sogar bis zu 26—30°. Damit ist die gesuchte Antwort gefunden: das Wasser ist im Sommer viel weniger dicht. Um darin ebenso gut zu schwimmen wie im Winter, muß man gegen das Untersinken mehr „Formwiderstände" entwickeln. Die beste Art, sich zu helfen, ist aber, wenn man in diesem Fall die Schwimmfläche vergrößert. Und das tun unsere kleinen Freunde aus der Schwebewelt.

So kalkulierte Wesenberg in seinem berühmt gewordenen Aufsatz im Biologischen Zentralblatt vom Jahre 1900 und ein jüngerer Forscher W. Ostwald, hat die Richtigkeit dieser Ansicht durch Experimente geprüft und bewiesen.

Hier setzt aber das große allgemeine Philosophie- und Bildungsinteresse an der Sache ein. Denn die Planktontiere und Pflanzen, diese Krebschen, Rädertiere, Infusorien und Algen gebrauchen ihr sinnreiches Mittel unbewußt. Wir haben nicht das geringste Anzeichen dafür, daß sich ihr Leben unter Bewußtseinsvorgängen abspielt. Sie können es nicht berechnen, daß eine Verlängerung der Stacheln, eine Verbreiterung der Flossen, eine Vermehrung ihrer Hörner ihre Schwimmfähigkeit erhöhen wird. Und dennoch handeln sie auf die ausgesucht zweckdienlichste Weise!

Wir müssen also annehmen, daß die lebende Substanz schon in den einfachsten Formen die Fähigkeit hat, ihre Bedürfnisse durch eigene Tätigkeit in einer diese Bedürfnisse befriedigenden

Weise zu stillen. Und durch diese unbewußte intelligente Selbsttätigkeit werden die Anpassungen geschaffen.

Diesen Satz stellen wir nicht erst versuchsweise erklügelt auf, sondern lesen ihn aus den beobachteten Tatsachen einfach ab. Er ist ein Erfahrungssatz.

Diese Eigenschaft der lebenden Materie schließt freilich das rätselhafteste und anziehendste an der ganzen Natur, das Geheimnis der Intelligenz in sich ein. Sie gibt dem Naturstudium erst die rechte Weihe und die tiefste Bedeutung, sie macht es maßlos interessant und sie rechtfertigt das kühne Wort: daß seit dieser Entdeckung für alle Wissenschaften eine zentrale Sonne aufgegangen sei. Mit einem Licht werden sie bestrahlt, in dem man vieles anders sehen muß als bisher. Alle Bildungswerte müssen neu berechnet werden, seitdem die Erforschung des Lebens der Pflanzen und der Tiere zum Range einer Geisteswissenschaft emporgestiegen ist.

Aus einer solchen Naturwissenschaft läßt sich sogar ein Sittengesetz ableiten, dessen ersten Satz uns auch wieder die zierlichen Planktontierchen wie durch ein lebendes Bild unvergeßlich einprägen. Denn wodurch wirken sie so unwiderstehlich anziehend? Durch nichts anderes als durch die vollendete Harmonie zwischen ihrem Sein und Gehaben und den Bedingungen, unter die sie die Natur versetzt hat. Sie sind vollkommen angepaßt und dadurch uns Menschen ein Vorbild.... Jawohl uns Menschen, die wir so lange übelberaten und irregeführt, in so vielem gegen die Natur in uns kämpfen und es allenthalben schmerzlich empfinden, daß so viele unserer Gemeinschaft es versucht haben, sich gegen die Naturgesetze aufzulehnen, weil sie ohne ihre Kenntnis dahinleben!

Wichtige Fortbildungsschriften
der Planktonkunde und Naturgeschichte der Crustazeen sind:

*Apstein, C., Das Süßwasserplankton. Kiel. 8°.
*Knauthe, K., Das Süßwasser. Neudamm. 8°. 1907.
Leydig, F., Naturgeschichte der Daphniden. 1860.
Lilljeborg, W., Cladocera Sueciae. Upsala. 4°. 1900.
*Lohmann, Untersuchungen zur Feststellung des vollständigen Gehaltes des Meeres an Plankton. Kiel. 1908.
*Schmeil, Deutschlands freilebende Süßwasser-Kopepoden. Stuttgart. 1896.
*Zacharias, O., Das Plankton als Gegenstand der naturkundl. Unterweisung in der Schule. Leipzig. 1907.

Die Methoden des Kleinweltstudiums.

Als wohl den meisten Lesern willkommenen Anhang der vorliegenden Einführung in das Studium der Kleinwelt, soll hier noch eine Sammlung von praktischen Winken und Rezepten aus dem Laboratorium geboten werden, die mit den modernen Methoden des Fangens, Untersuchens, der Konservierung, Färbung und sonstigen Präparation, sowie des Züchtens bekannt macht, die man unumgänglich kennen lernen muß, um das bisher Geschilderte auch mit eigenen Augen sehen zu können.

Natürlich wurden alle elementaren Vorbegriffe über Handhabung des Mikroskopes, Anfertigung von Dauerpräparaten u. s. f., mit einem Wort der Elementarkurs der Mikrologie vorausgesetzt*), andererseits war es weder nötig noch möglich, Vollständigkeit anzustreben. Was hier geboten wird, sind nur einige Dutzend erprobte Rezepte, die auch dem Fortgeschrittenen die Arbeit erleichtern, dem Anfänger aber den Fortschritt erst ermöglichen werden. Sie stammen aus der außerordentlich zersplitterten Literatur und sind zum Teil von dem Verfasser während 20 Jahren und im Biologischen Institut der mikrologischen Gesellschaft erprobt worden.

I. Sammelmethoden.

1. Sammeln von Algen. Als Sammelgläser empfehlen sich weithalsige Pulvergläser von 50—1000 g Inhalt. Praktisch ist ein Algenstock, der sich wie eine Angelrute ausziehen läßt. Dazu ein Löffel (zum Aufnehmen von Schlamm mit Diatomaceen, Desmidiaceen, Protococcoideen). Praktisch ist auch ein Rechen und eiserner Haken, zum Heraufholen von Grundformen. Sehr vorteilhaft ist ein Algensucher (Taschenmikroskop mit ca. 150f. Vergr.). Lebend transportierte Algen brauchen viel

*) Wer noch die ersten Schritte auf diesem Gebiete vor sich hat, dem empfiehlt sich das Studium von Hager-Mez, Das Mikroskop. — Strasburger, Das botanische Praktikum oder die Absolvierung eines der Lehrkurse, welche das Biologische Institut zu München für die Mitglieder der Deutschen naturwissenschaftlichen und der Deutschen mikrologischen Gesellschaft veranstaltet. (Nähere Auskunft: Biolog. Inst. München, Schnorrstr. 4.)

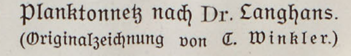
Luft; daher oft die Stöpsel lüften! Fadenalgen kann man auch in reines Papier gewickelt in der Botanisierbüchse transportieren. Praktisch ist auch ein Schaber zum Abkratzen von Pfählen. Im Hochsommer ist der frühe Morgen die beste Sammelzeit.

2. **Sammeln von Protozoen, Rädertieren, Crustaceen und Plankton.** Soweit sie nicht mit der unter 1 angegebenen Methode erlangt werden können, bedient man sich mit Vorteil eines Handnetzes oder Planktonnetzes*). (Bild anbei.)

Ein sehr praktisches Handnetz beschrieb Dr. V. Langhans in der „Kleinwelt" (1909), das leicht in der Tasche mitgeführt und an jeden Spazierstock angeschraubt werden kann.

Als Planktonnetz werden verschiedene Typen empfohlen. So von Hensen, Zacharias und Apstein ein konischer Typ mit einem als Eimer dienenden Messingzylinder.

Praktischer als dieser Typ hat sich am Biologischen Institut das von Dr. V. Langhans (in Kleinwelt 1909) angegebene, anbei abgebildete Netz erwiesen*), da es im metallenen Ablaufgefäß bedeutend mehr Plankton sammelt. Durch seinen langen Oberteil hat es nämlich den Vorzug, das Wasser auch seitlich durchzuseihen.



Planktonnetz nach Dr. Langhans.
(Originalzeichnung von C. Winkler.)

Winke für Selbstanfertigung von Planktonnetzen finden sich in Mikrokosmos. Bd. II.

Die quantitativen Netze sind überholt, seit Lohmann ihre Unzulänglichkeit nachgewiesen hat.

Unbedingt nötig ist bei systematischen Planktonuntersuchungen das Filtrieren von mehreren Liter Wasser, um die kleinsten Einzeller zu erlangen. Lohmann empfiehlt als einfachste Hilfsmittel den Filterrahmen, dessen 50 cm lange und 12 mm weite

*) Lieferungsfirmen: E. Thum-Leipzig, C. Schröter-Leipzig-Connewitz, P. Weber-Prag.

Glasröhren unten mit Seidentaffet zugebunden sind. Um das Filtrieren zu beschleunigen, empfiehlt es sich, es unter Druck (kleiner Gummiballon) vorzunehmen. Für ganz exakte Untersuchungen ist von Lohmann eine Zentrifuge konstruiert worden. (Näheres siehe Internationale Revue d. g. Hydrobiologie, Bd. II. S. 174).

II. Untersuchungsmethoden des lebenden Materials.

3. Isolierung beweglicher Objekte. Man bedient sich hierzu kleiner Pipetten, die an einem Ende in eine äußerst feine offene Spitze ausgezogen sind, während über das andere Ende eine Gummikappe gestülpt ist und mit denen man die betreffenden Formen aus dem Material heraussaugt.

4. Untersuchung im hängenden Tropfen. (Feuchte Kammer). Man bringt mittels der Pipette einen Tropfen mit den zu untersuchenden Wesen auf ein Deckglas, legt dieses mit dem Tropfen nach unten auf einen ausgeschliffenen Objektträger.

Die feuchte Kammer von F. E. Schulze besteht aus einem dicken Objektträger, in dem eine ringförmige Vertiefung eingeschliffen ist, die mit algenhältigem Wasser gefüllt wird. (Sauerstofferzeugung!) Auf diesen Objektträger kommt ein durchbohrter gläserner Aufsatz, der über den Algenring hinausragt und auf ihn legt man ein großes Deckglas mit hängendem Tropfen.

5. Aufbewahren frischer Präparate mit lebenden Wesen. Die Präparate werden auf einem Präparatgestell in einen Teller voll Wasser gestellt, in den auch noch eine Glasglocke darübergestülpt wird, die innen mit Filterpapier ausgekleidet ist, das sich aus dem Wasser ständig ansaugt.

6. Mikroaquarium. Ein gewöhnlicher Objektträger erhält einen ausgeschliffenen viereckigen Einschnitt bis etwa zur Mitte. Dann kittet man an dessen beiden Seiten mit kochendem Kanadabalsam je ein Deckgläschen auf und bringt auf dem Objektträger noch seitlich oben und unten schmale Schutzleisten an. In dieses Mikroaquarium bringt man die Tiere gewöhnlich der Atmung wegen mit einigen Algen. (Nach Schaudinn.)

7. Lähmen beweglicher Organismen. Die Bewegungen von Ciliaten, Rädertieren und Krebsen lassen sich verlangsamen durch Quittenschleim. Quittenkerne (40 g in 1 l) werden hierzu

tags zuvor in Wasser gebracht. Eismond empfiehlt hierzu Kirschgummi. Jensen mischt einen schwach erwärmten Tropfen von 3%iger Gelatine mit einem Tropfen Infusorienwasser.

Rawitz empfiehlt zur Lähmung Chloroform und Äther, die dem Wasser zugesetzt werden.

Für Rädertiere empfiehlt Rousselet folgende Methode (auch für Bryozoen geeignet): Die Tiere werden in ein Uhrglas mit 5 ccm Wasser gebracht, dann allmählig $1/_2$ cm einer 1%. wässerigen Cocainlösung hinzugefügt. Nach 5 Minuten kommt ein weiterer $1/_2$ ccm der gleichen Lösung hinzu. Die Tiere strecken sich dadurch völlig aus. Weber empfiehlt zur Beobachtung warmes Wasser oder 2% Cocain.

III. Fixieren des Materials.

8. Fixieren von Algenmaterial. Zum Fixieren (d. h. um die Bestandteile der lebendigen Substanz in feste Strukturen überzuführen) der zarteren Algen empfiehlt Migula folgende Methode: Wasser, das reichlich diese Organismen enthält, wird in ein Spitzglas gegossen und mit einigen Tropfen Formalin versetzt; die rasch getöteten Zellen sinken dann zu Boden, das Wasser darüber wird bis auf einen kleinen Rest weggegossen und dieser mit etwa dem fünften bis zehnten Teil verflüssigter Gelatine vermengt. Wichtig ist, daß die Glyzeringelatine zuerst nur sehr verdünnt mit den Algen in Berührung kommt, da diese sonst schrumpfen. (Die Glyzeringelatine wird vorteilhaft mit Arsenik versetzt). Diese Methode ist auch für Flagellaten geeignet und ermöglicht die unmittelbare Anfertigung von Präparaten. Nur muß man vorerst das Wasser an einem staubfreien Ort (unter Glasglocke) aus der Glyzeringelatine verdunsten lassen.

9. Fixieren von Diatomaceenschalen. Um nur die Schalen zu erhalten, genügt folgende Methode: Das gesammelte Material wird mit viel Wasser durch verschieden feine Siebe aus Seidengaze und nachheriges öfteres Schlämmen gereinigt, dann je nachdem, ob es sich um zarte oder robuste Formen handelt, in kalter oder leicht erwärmter konz. Salpetersäure mazeriert; ganz große Formen darin auch gekocht. Wenn die Masse weiß wird, ist der Prozeß beendigt. Übung macht darin den Meister. Hierauf wird die Säure abgegossen, wiederholt mit viel Wasser nachgewaschen, dann mit einigen Tropfen Ammoniak neutralisiert. Das Material wird in abs. Alkohol aufbewahrt. Zum Ein-

schließen in Präparaten eignet sich am besten Styrax. Man läßt die Schalen an einem Deckgläschen antrocknen und setzt einen Tropfen mit Alkohol verdünnten Styrax hinzu. Wenn man ihn leicht erwärmt, wird man die so lästigen Luftblasen vermeiden.

10. Fixieren von Algen zum Spezialstudium der Chromatophoren. Bei Diatomaceen verfährt man wie in Rez. Nr. 8. Oltmanns empfiehlt bei Grünalgen die vom Rathsche Mischung (Pikrin-Osmium-Platinchlorid-Essigsäure) in Verdünnung von 1 : 10 oder 1 : 20. Nach einer Minute wäscht er mit 70% Alkohol nach.

A. Fischer empfiehlt: 30—40% FlH (Flußsäurelösung) wird in einen Platintigel gebracht; die Algen werden nach Abtupfen mit Fließpapier in die Flüssigkeit geworfen und mit dieser erwärmt, bis mehrmaliges Aufstoßen der Masse erfolgt. Dann wird mit viel Wasser 10—20 Stunden nachgewaschen, gefärbt und in Kanadabalsam eingeschlossen. Ist umständlich, teuer und liefert zweifelhafte Bilder, da das Zellplasma gelöst wird.

Pfeiffer v. Wellheim empfiehlt gleiche Volumteile von 40% Formol, Holzessig und Methylalkohol der Algenprobe zuzusetzen, so daß die Konservierungsflüssigkeit gleich dem doppelten Volum des übriggebliebenen Wassers ist.

W. Heering empfiehlt, dem Wassertropfen mit den Algen einen Tropfen in Wasser aufgeweichter Glycerinegelatine hinzuzusetzen, dann das Präparat antrocknen zu lassen, wodurch die Algen mit einer dünnen Schicht der Gelatine überzogen werden. Dann erwärmt man ein Stückchen Glyceringelatine langsam auf dem Deckgläschen und deckt dieses dann darüber.

11. Fixieren von Protozoen. Das vielgerühmte Formalin genügt gerade nur, um Bestimmung zu gestatten; für zytologische Studien versagt es.

Bütschli gibt für Protozoen folgende Methode an: Methylgrün wird mit Chloroform geschüttelt, wodurch es rein grün wird, hierauf wird Essigsäure zugefügt, daß das Gemisch 1% Säure enthält. In diesem Gemisch wird das Material sowohl fixiert als gefärbt. Namentlich gute Kernfärbung. Pfitzner fixiert, indem er konzentr. Lösung von Pikrinsäure unter das Deckglas treten läßt. Ich bekam die besten Resultate mit 1—2% Osmiumsäure, die auch von Korschelt, Certes u. a. empfohlen wird. An der zoolog. Station zu Neapel verwendet Lo Bianco heiße Sublimatlösung, welche die Vorticellen ganz ausstrecken soll. Auch 1% Osmiumsäure in gleicher Menge gemischt mit 20% Essig-

säure wird sehr empfohlen. Rhumbler verwendet Pikrinschwefelsäure.

12. Fixieren von Rotatorien. Rousselet empfiehlt im Journal des Queckett micr. Club folgende Methode: Dem rotatorienhältigen Wasser wird in einem Uhrglase ein Gemisch von 2% Cocain, 90% Alkohol und Wasser (die Teile im Verhältnis von 3:1:6) zugesetzt, wodurch die Cilienbewegung sistiert wird. Dann kommt hinzu 1 Tropfen Flemmingscher Flüssigkeit (Rez. Nr. 18), nach $^1/_2$ Minute werden die Tiere mit einer Pipette herausgeholt, 2—3mal ausgewaschen (in immer frisches Wasser (16 Teile) konserviert. Andere Forscher empfehlen Formol, Wasser (16 Teile) konserviert. Wieder andere Verf. empfehlen Formol, Chromsäure.

Beauchamp empfiehlt für Rotatorien folgendes Verfahren: Ein Gemisch von 1 g Chloralhydrat, 10 cmc destill. Wasser, 10 cmc rein. Methylalkohol läßt man 15—20 Minuten einwirken, dann folgt Osmiumsäure oder Flemmingsche Flüssigkeit. Hierauf wird mit Wasser ausgewaschen. Schließlich wird in 2% Formol aufbewahrt.

Für Schnitte durch Rotatorien empfiehlt sich: Übergießen mit Osmiumsäure oder heißem Sublimat, Auswaschen, Entwässern (in der Alkoholreihe bis 100% vorsichtig), dann den Alkohol mit einem ätherischen Öl entfernen, in Paraffin einbetten. Die Schnitte färben sich sehr gut mit allen Farbstoffen für Protozoën.

Blochmann empfiehlt: Abtöten durch 0.1% Überosmiumsäure, Auswaschen in Wasser, dann Glyzeringelatine oder ganz allmählich steigendes Glyzerin. Ich bemerkte jedoch, daß Hydatina und Asplanchna hierbei immer schrumpft.

13. Fixieren von Crustaceen. Zu bemerken ist, daß die Wirkung der Mittel auf Crustaceen sehr unsicher ist!

Woltereck empfiehlt ein Gemisch von 100 T. gesätt. Lösung von Pikrinsäure, 50 T. gesätt. Sublimatlösung, $2^1/_2$—5 T. Essigsäure für Ostracoden.

Zacharias empfiehlt für Copepoden und Cladoceren Chromessigsäure, (100 cccm einer 2%igen wäss. Chromsäurelösung werden mit 8—10 Tropfen konzentr. Essigsäure versetzt), hierauf nach 2—3 Stunden auf einem Filter auswaschen, bis das Wasser blaues Lakmuspapier nicht mehr rötet. Dann genügt Konservieren in 70% Alkohol.

Ich habe am Balatonsee mit Chromosmiumessigsäure und Pikrinschwefelsäure die besten Resultate erzielt. Im Biolog.

Institut werden Planktonkrustazeen mit Formol konserviert, meist mit ausgezeichnetem Erfolg.

Für Turbellarien empfiehlt v. Graff Flemmingsche Flüssigkeit, auch heiße Sublimatlösung. Voigt übergießt Planarien mit einem Gemisch von 1 T. konz. Salpetersäure und 3 T. Wasser, und bringt sie nach einer Minute in hochgradigen Alkohol.

Für Bryozoën wird empfohlen Betäuben mit Chloralhydrat oder Cocaïn, dann Fixieren in 1% Chromsäure oder Sublimat.

IV. Die wichtigsten Fixierflüssigkeiten.

Als allgemeine Regel diene, daß wenig Material (oder sehr kleine Objekte) mit möglichst viel fixierender Flüssigkeit zusammengebracht werden.

14. Hermann'sche Flüssigkeit ist wenig in Gebrauch und doch vorzüglich für alle zytologischen Studien. Sie sollte auch in der Kleinweltforschung mehr angewendet werden. Sie besteht nach Rawitz aus 1% Platinchloridlösung (15 Teile), 2% Osmiumsäure (4 Teile), Eisessig (1 Teil). 1—2 Tage wirken lassen, sehr sorgfältig auswaschen, Alkoholreihe langsam passieren!

15. Alkohol. Nur absoluter Alkohol fixiert, ohne zu schrumpfen! Um sich solchen herzustellen, befolge man das Rawitzsche Rezept: Man glüht Kupfersulfat und bringt das weiße Pulver auf den Boden einer Glasflasche, dann gibt man 96% Alkohol zu und schüttelt stark um. Das Kupfer muß erneuert werden, wenn es statt dem leicht grünlichen Ton, bläuliche Farbe annimmt. Der Alkohol muß filtriert werden und wird mit Kork, nicht mit Glasstöpsel verschlossen.

16. Formol (Formalin, Formaldehyd). Gegenwärtig herrscht ein wahrer Formolfanatismus. Man versteht darunter eine 40% wässerige Lösung von Formaldehyd. Tatsächlich ist ein Gemisch von 10 ccm Formol des Handels und 90 ccm Wasser ein treffliches Konservierungsmittel für größere Objekte, und auf Reisen zu faunistischen Zwecken nicht zu entbehren. Die Tiere halten sich darin jahrelang, was man vom Alkohol nicht sagen kann. In mit Formol konserviertem Plankton gibt es jedoch stets viele Rädertiere, Ciliaten und namentlich Flagellaten

die sogar zum Bestimmen untauglich sind. Will man gewissenhaft arbeiten, fixiere man an Ort und Stelle stets auch mit Chromosmiumessigsäure! Auch Rawitz pflichtet meiner Ansicht bei, wenn er sagt: 10%iges Formalin ist ein vorzügliches Fixierungsmittel dann, wenn es sich nicht um feinste Zell- und Kernstrukturen handelt. Vor der beliebten 4%igen Lösung warnt er geradezu. Außerdem reizt es die Schleimhäute, daher ist Vorsicht geboten.

17. Osmiumsäure (= Überosmiumsäure) ist das idealste Mittel, um Zellkerne, Geißeln und Plasmastrukturen zu fixieren. Geißeln und Zilien erhält man am schönsten, wenn man über einige Tropfen der 1%igen Lösung in einem Uhrglas die Zellen in einem Tropfen Wasser auf dem Objektträger einige Minuten den Dämpfen aussetzt. Diese Dämpfe schaden aber auch den Augen und den Atmungsorganen.

Osmiumsäure ist in zugeschmolzenen Glasröhren zu 1 g erhältlich und teuer! Die Lösung muß in dunklen Flaschen gehalten werden. Man kann sparen und erreicht mit 0 5%igen Lösungen meist dasselbe wie mit der beliebten 1%igen Osmiumsäure. Schwärzt Fett (gutes Reagens dafür) und eigent sich besser für ganz kleine Organismen, da sie nicht in die Tiefe dringt. Da Osmiumlösungen bald verderben (schwarz werden), ziehe ich als das in meiner Praxis am besten bewährte Fixierungsmittel das unbegrenzt haltbare Osmiumgemisch, das man Flemmingsche Flüssigkeit nennt, vor.

18. Flemmingsche Flüssigkeit. Unter diesem Namen versteht man eine Mischung von Chromsäure und Eisessig mit Osmiumsäure. Für die zarten Kleinlebewesen eignet sich besser das sogen. schwache Gemisch, das nach Flemming in folgender Weise bereitet wird: $2^1/_2$ g Chromsäure werden gemengt mit 1 g Osmiumsäure (die gelben Kristalle); dazu kommt 1 ccm Eisessig; das ganze gelöst in 1000 ccm destilliertem Wasser.

Man läßt je nach dem Objekt Stunden oder Tage lang einwirken, wäscht dann sehr sorgfältig mit Wasser aus und konserviert in 96%igen Alkohol. Danach eignen sich besonders Anilinfarben zur Färbung.

19. Chromessigsäure wird von Fol, Hertwig und anderen sehr gerühmt. Sie besteht aus 25 ccm 1%. Chromsäure, 50 ccm 2%ige Essigsäure, 25 ccm Aqua destillata. Die Fixierung dauert 2—24 Stunden, dann muß sorgfältig ausgewaschen und langsam gehärtet werden. Sehr geeignet für Kerne und Zellteilungen!

V. Färben des Materials.

20. Lebendfärbung von Protozoen. Man löst im infusorienhältigen Wasser Bismarckbraun oder Chinolinblau (1 : 5000, letzteres sogar 1 : 500000). Färben und Fixieren siehe Rez. Nr. 11 und 22.

21. Färben der Geißeln. (Löfflersche Methode.) Zu 10 ccm einer Lösung von 20 g Tannin in 80 ccm Wasser setzt man 5 ccm einer gesättigten Lösung von Eisenoxydulammoniumsulfat und 1 ccm einer wässerigen oder alkoholischen Lösung von Fuchsin, Metylviolett oder Wollschwarz. Mit einem Tropfen dieses Gemisches werden die Trockenpräparate von Bakterien, Flagellaten usw. $^1/_2$—1 Minute lang erwärmt bis Dämpfe aufsteigen, und nach Abspülung in Wasser und absol. Alkohol ebenso mit einer konzentrierten Lösung von Fuchsin in Anilinwasser behandelt, die man am besten vorher mit einer $1^0/_{00}$ Lösung von Ätznatron bis zum Eintritt der Schwebefällung behandelt hat. (Nach Lee und Mayer).

Wenn es nur darauf ankommt, sich von dem Vorhandensein der Geißeln zu vergewissern, genügt es, auf einem Deckgläschen dünn und gleichmäßig ausgebreitetes Material eintrocknen zu lassen, dann samt dem Deckgläschen in Eosin, Fuchsin oder Safranin zu färben und mit der Spritzflasche nachzuspülen.

22. Kernfärbung bei Algen, Protozoen und höheren Tieren gelingen am schönsten nach Fixierung mit essigsäurehaltigen Mitteln, Pikrinschwefelsäure, Osmiumsäure. Chromsäure wird mit Wasser, alles übrige mit Alkohol ausgewaschen. Für botanische Objekte empfiehlt sich am meisten Delafieldsches Hämatoxylin und Alaunkarmin nach Grenacher.

Delafieldsches Hämatoxylin ist bei Grübler, Merck, Schröter zu kaufen. Selbstbereitung lohnt kaum. Man löst hierzu 4 g Hämatoxylin in 25 ccm alcohol. absolut., dann werden 400 ccm konz. wäss. Ammonalaunlösung hinzugefügt. Man läßt 3—4 Tage offen am Lichte stehen, filtriert und fügt je 100 ccm Glyzerin und Methylalkohol zu. Nach einigen Tagen wird von neuem filtriert. (Nach Rawitz.)

Für tierische Objekte ist jetzt Safranin der Modefarbstoff. Auch Fuchsin ist sehr beliebt. Persönliche Erfahrung läßt mich Pikrokarmin vorziehen, doch ist dies eigentlich Geschmacksache.

Man hält sich von den Anilinfarbstoffen Kristalle vorrätig oder eine konzentrierte alkoholische Lösung, die man mit destill. Wasser jeweils nach Wunsch verdünnt. Safranin färbt rascher

(1—24 Stunden) als Fuchsin; das letztere gibt aber schönere Nuancen. Ausgewaschen wird mit 95%igem Alkohol.

Auch Pikrokarmin kauft man besser fertig; die Herstellung erfordert Wochen.

Gute Kernfärbemittel sind noch Methylviolett, Methylgrün, Boraxkarmin und Bismarckbraun.

Um Centrosomen zu erhalten, wendet man die Heidenhainsche Methode an, die jedoch außerordentlich kompliziert ist. Näheres in Rawitz, Lehrbuch d. mikroskopischen Technik. Leipzig 1907.

VI. Spezialmethoden.

23. Präparierung zarter Diatomaceen. H. v. Schönfeldt empfiehlt folgendes: Man gibt die frischen Diatomeen mit einer Lösung von übermangansauren Kali (1:10 Teile Wasser) in ein 100 g-Kölbchen, so daß eine etwa 1 cm hohe Schicht entsteht, läßt sie etwa eine halbe Stunde unter häufigem Umrühren stehen, füllt dann etwa bis zur Hälfte des Gefäßes Wasser nach und gibt $^1/_2$ g gebrannte Magnesia dazu. Nach 2—3 Stunden, während man wieder öfters umrührt, gießt man von 10 zu 10 Minuten je 1 g reine Salzsäure zu, bis die Flüssigkeit völlig entfärbt ist. Die Einwirkung einer mäßigen Wärme beschleunigt den Prozeß.

Über das Legen der Diatomeen in Präparaten siehe den sehr lehrreichen Artikel von H. v. Schönfeldt in „Kleinwelt." 1909.

24. Spezialpräparierung herbarmäßig getrockneter Algen. Man weicht die Algen mit Wasser auf, bringt sie dann in konzentrierte dickflüssige Milchsäure, erhitzt sie darin auf dem Objektträger, bis sich kleine Glasbläschen zeigen. Hierdurch werden Fadenalgen wieder wie lebendfrisch. (Nach Kirchner).

25. Amoebenfalle. Eyferth-Schönichen empfiehlt folgendes sehr einfaches Verfahren: In die amoebenhaltige Infusion lege man einige Deckgläschen ein. Nach einiger Zeit wird sich auf diesen eine Anzahl der gewünschten Urtiere eingefunden haben. Es bedarf jetzt nur noch der vorsichtigen Übertragung der Deckgläschen auf Objektträger, um die Amoeben beobachten zu können. Auch Kieselalgen lassen sich so fangen.

26. Präparation von Foraminiferen. Diese sind in den Tonen und Mergeln nicht ohne weiteres sichtbar und werden

durch Schlämmen isoliert. Das Material wird in der Sonne getrocknet, dann mit kochendem Wasser mit Sodazusatz angesetzt. Nach einigen Tagen kann mit kaltem Wasser das Schlämmen fortgesetzt werden, doch empfiehlt es sich immer, noch kochende Sodalösung aufzugießen. Das Schlämmen ist fortzusetzen, bis das Wasser völlig klar abläuft. (Nach Geisendörfer.) Näheres siehe W. Geisendörfer in Kleinwelt. 1909.

27. Spezialpräparation von Rotatorien und Hydra. Man narkotisiert mit Cocain, bringt die Tiere 2—4 Minuten lang in ganz schwache Osmiumsäure ($^1/_5$%), dann 5—10 Minuten lang in verdünnten rohen Holzessig (1 : 10 T. Wasser), wäscht mit Wasser nach, bringt sie in die steigende Alkoholreihe und kann in Glyzerin einschließen. (Methode von Zograf.)

27. Lebendfärbung der Nerven bei Cladoceren und Copepoden. A. Fischel gibt in der Internationalen Revue f. d. ges. Hydrobiologie Bd. I ein Verfahren an, um in gelähmten Cladoceren mit Alizarinum siccum das Nervensystem elektiv zu färben und hat später gezeigt, daß die Methode auch für Diaptomus geeignet ist. Wahrscheinlich läßt sie sich auch bei Rädertieren anwenden und verspricht schöne Resultate angesichts dessen, daß das Nervensystem aller dieser Tiere noch sehr ungenau bekannt ist. Gegenwärtig scheint folgende Methode (bei Daphnia, Bosmina etc.) die beste zu sein: Mit 0.01% Lösung von Physostigminum salicylicum werden die Muskeln gelähmt, das Herz schlägt aber noch weiter. In diesem Zustand werden die Tiere in reines Wasser übertragen, dem das nervenfärbende Mittel (Lösung von Alizarinum siccum) hinzugefügt wird. Binnen 24 Stunden soll sich die Färbung der Nerven vollzogen haben. Langhans hat mit Lebendfärbungen nach Fischel bei Cladoceren neue Organe entdeckt, die Methode scheint also zukunftsreich zu sein.

28. Methode zur leichten Erkennung von Tastkolben. Rawitz empfiehlt hierfür 0.1% Osmiumsäure. Sehr wenig Material kommt 24 Stunden lang in eine solche Lösung, wird dann sehr sorgfältig in destilliertem Wasser ausgewaschen und kommt in verdünnten Glyzerin oder 50% Kali aceticum. Bewährt sich meiner Erfahrung nach nicht bei Rädertieren um die Lateraltaster deutlich zu machen.

29. Fixierung von Hydrachniden. K. Viets empfiehlt in der „Kleinwelt" (1909) als bestes Mittel ein Gemisch von 5 T. Glyzerin, 2 T. Essigsäure und 3 T. Wasser.

VII. Das Züchten der Mikroorganismen.

30. Züchten von Purpurbakterien. H. Molisch empfiehlt eine höchst einfache Methode zur Beschaffung von Purpurbakterien: In 30—50 cm hohe und nur 4—7 cm breite Glasgefäße kommt eine kleine Handvoll Heu, die am Grunde recht zusammengedrückt wird, damit sie infolge der später auftretenden Gasbildung nicht aufsteigen kann. Das Gefäß wird dann mit Flußwasser bis hinauf gefüllt, mit einer Glasplatte bedeckt und an einem Fenster, wo die Kultur stundenlang direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist, 3—8 Wochen stehengelassen. Nach dieser Zeit verrät die Rotfärbung das Auftreten von Rhodospirillum, Rhodonostoc, Rhodobacillus, Chromatium u. s. f.

31. Kultur von Purpurbakterien auf dem Objektträger. Man impft mit einer Öse aus einer Purpurbakterien-Rohkultur in ein Pepton-Dextrin-Agarröhrchen, verdünnt durch Überimpfen und gießt aus einem Röhrchen, welches vermutlich nicht allzu viele Bakterien im cm^3 enthält, 1—3 Tropfen auf einen großen sterilen Objektträger, bedeckt rasch mit einem sterilen großen Deckglas und verschließt mit Terpentinharz, wodurch ein sehr bequemer Luftabschluß erzielt wird. Die Kulturen werden dann in starkem diffusem Licht staubfrei aufgestellt. Nach 1—2 Wochen treten Kolonien der Purpurbakterien auf.

32. Nährlösung für Algen. Strasburger empfiehlt möglichst wenig kalkhaltigem Brunnen- oder Flußwasser, in dem sich fast alle Algen am besten halten, von Zeit zu Zeit mit Nährlösung getränkte, ausgekochte Torfstückchen zuzusetzen. Als Nährlösung rät er: Auf 1000 ccm dest. Wasser 1 g salpetersaures Kali, 0.5 g Kochsalz, 0.5 g Gips, 0.5 g schwefelsaure Magnesia, 0.5 g phosphorsauren Kalk (alles fein pulverisiert); dazu einige Tropfen Eisenchloridlösung. Die bekannte Knopsche Nährlösung wird nach folgendem Rezept bereitet:

7000 g Wasser
4 „ CaN_2O_5
1 „ KNO_3
1 „ $MgSO_4(7H_2O$
1 „ H_2KPO_4
0,5 „ KCl
eine Spur Eisenchlorid.

Klebs, der sehr erfolgreich Algen kultivierte, benützte die Knopsche Lösung nach folgendem Rezept:

4 Teile CaN_2O_6
1 Teil KH_2PO_4
1 Teil KNO_3
1 Teil $MgSO_4$

auf 0,2—1% verdünnt. Wobei darauf zu achten ist, daß die Lösung sehr dünn sein kann und alkalisch reagieren soll.

33. Die Herstellung von Algenreinkulturen. Beyerincks erfolgreiche Methode hat folgendes Rezept: Man stellt mit Grabenwasser eine 10%ige Gelatine her und setzt ihr vor dem Erstarren einen Tropfen der algenhaltigen Flüssigkeit zu, dann wird sie in Schalen erstarren gelassen. Die Kolonien der Algen wachsen sehr langsam heran und werden durch Überimpfen zu Reinkulturen umgewandelt. Bakterien stören hierbei nicht.

34. Reinkulturen von Diatomaceen. Methode von O. Richter. Man bereitet einen festen Nährboden nach folgendem Rezept:

1000 g destill. Wasser
18 „ ausgewasch. Agar
0,2 „ $CaCl_2$
0,2 „ KNO_3
0,05 „ $MgSO_4$
0,01 „ $K_2Si_2O_5$
eine Spur $FeSO_4$.

Das Ganze muß alkalisch reagieren und nicht zu hell beleuchtet werden. Am besten sind die bekannten Senebierschen mit Wasser gefüllten Glocken, die über die Kulturen gestellt werden. Im übrigen gilt die Anweisung von Rez. Nr. 33. Siehe O. Richter, Reinkulturen von Diatomeen. Berichte v. d. botan. Gesellschaft 1903.

35. Züchtung von grünen Flagellaten. (Euglenen usw.). Zumstein empfiehlt feste Nährboden oder eine Nährlösung nach folgendem Rezept:

0,5 Pepton
0,5 Traubenzucker
0,2 Zitronensäure
0,002 $MgSO_4 + 7H_2O$
0,005 KH_2PO_4
100 Wasser.

Ein Zusatz von Zitronensäure hält Bakterien ab.

36. Züchtung von Wurzelfüßlern und Infusorien. Hierzu empfehlen sich noch immer am besten die altbekannten Aufgüsse (Infusionen) auf Heu, alten Pflanzenblättern, Erde usw. Reinkulturen wurden noch nicht angelegt, ebensowenig von Rotatorien oder Krustern. Von Ciliaten wären sie möglich und würden das Studium der Einzeller sehr fördern.

VIII. Literatur über Mikrotechnik.

Hier sind aus der sehr großen Literatur nur einige der von uns benutzten Hauptwerke angegeben, die sich auf Kleinlebewesen beziehen, und soweit Literaturangaben nicht bereits in den Text eingestreut waren:

*C. Apstein, Das Süßwasserplankton.

*C. Blochmann-O. Kirchner, Die mikr. Tier- u. Pflanzenwelt des Süßwassers.

*Böhm-Oppel, Taschenbuch der mikr. Technik.

*E. Küster, Kultur der Mikroorganismen.

*A. Lee & P. Mayer, Grundzüge der mikr. Technik.

*H. Lohmann, Neue Untersuchungen über den Reichtum d. Meeres an Plankton.

*B. Rawitz, Lehrbuch der mikr. Technik.

*E. Strasburger, Botanisches Praktikum.

L. Klein, Beiträge zur Technik mikr. Dauerpräparate von Süßwasseralgen (Hedwigia 1888).

F. Pfeiffer v. Wellheim, Zur Präparation der Süßwasseralgen (Jahrbücher f. wiss. Botanik 1894).

Jahrbuch für Mikroskopiker. Bd. I, 1910, herausgegeben von der Deutsch. mikr. Gesellschaft.

Dazu die ausgezeichneten: Zeitschrift für wissenschaftliche Mikroskopie und *Zeitschrift f. angewandte Mikroskopie.

Ich möchte dieses Hilfsbuch mikrologischer Studien nicht schließen, ohne noch auf ein Hilfsmittel hingewiesen zu haben, das sich in aller Stille entwickelte, aber doch bereits heute dem Anfänger sowie dem Forscher wesentliche Dienste leisten kann. Dies ist die Deutsche mikrologische Gesellschaft. Sie bietet bei nur Mk. 6.— Jahresbeitrag ihren ordentlichen und korrespondierenden (Mk. 4.—) Mitgliedern die Zeitschrift: Die Kleinwelt, mit zahllosen Winken zur mikrologischen Technik und

Aufsätzen aus dem Gesamtgebiet der Kleinweltkunde (namentlich viele Bestimmungstabellen). Außerdem jährlich unentgeltlich das Jahrbuch für Mikroskopiker, das den Zweck hat, die Mitglieder über die Fortschritte auf diesem Gebiet zu orientieren. Aber für den arbeitenden Mikrologen ist es noch wichtiger, daß er als Mitglied dieses Vereins Mikroskope und alle sonstigen Hilfsmittel von fast allen erstklassigen Firmen zu besonders günstigen Bedingungen (Teilzahlungen und Rabatte bis zu 10%) beziehen kann, ferner ein Anrecht auf Präparaten- und Materialtausch, die Benützung der äußerst reichhaltigen Bibliothek und außerdem in vielen großen deutschen Städten Anschluß an Gleichstrebende in Ortsgruppen findet.

Die Bibliothek umfaßt bisher fast 1500 Nummern. Darunter etwa 150 Handbücher für Anfänger, und eine Sammlung von 1300 wiss. Fachabhandlungen, die nicht im Buchhandel erhältlich, dem wissenschaftlichen Arbeiter die größten Dienste leisten. Die Bibliothek versendet Werke gratis auf vier Wochen an die Mitglieder auch nach auswärts.

Außerdem bietet die Gesellschaft in ihrem Biologischen Institut zu München Anfängern und Fortgeschrittenen regelmäßig Vorträge, Lehr- und Übungskurse aus dem Gesamtgebiet der Kleinweltkunde zu ermäßigten Honorar (Mk. 15.— für 20 Lehrstunden). (Dozenten: Fachlehrer H. Ammann, R. H. Francé, Univ.-Assist. Dr. V. Langhans, Univ.-Prof. Dr. A. Wagner) und eine sehr reiche Sammlung an Instrumenten und modernen Hilfsapparaten, Präparaten (Sammlung von Rhizopoden von Dr. E. Pénard!, gesamte Mikrofauna- und Flora des Tegernsees) Photographien und Zeichnnngen (Sammlung von 300 farbigen Originalen).

In jedem Sommer findet ein allgemeiner Lehrkurs der Hydrobiologie mit darauffolgenden Gesellschaftsexkursionen an die Alpenseen statt.

Anmeldungen hierzu, sowie zum Beitritt zur mikrol. Gesellschaft sind zu richten an das Biologische Institut, München (Schnorrstr. 4).

---

*) Ortsgruppen der D. m. G. wirken in Aarau (Schweizer Ortsgruppe), Augsburg, Berlin, Halle, Hamburg, Leipzig, München, Neu-Ruppin und Wien.

Register.



